

Project der eisernen Dachstühle für die Wiener Markthallen.

Von Ing. J. Langer.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 17.)

A. Das Constructionssystem.

Jedes Gespärre ist ein Sprengwerk von geradliniger Dreieckform. Zwei Sparren, deren jeder wieder ein Hängewerk von derselben Figur ist, stemmen sich unter dem Neigungswinkel der Dachreschen aneinander, werden in ihren Fusspunkten durch eine horizontale Zugstange zusammengehalten und bilden so das System. Die beiden Sparren sind nun entweder einfach — einmal gesprengt wie bei dem Dachstuhl der Passagen, oder in zwei kleinere Hängewerke von derselben Art und Figur untertheilt, zweimal gesprengt, wie beim Dachstuhl der Halle und der Pavillons.

Die Construction ist bei dieser Gleichartigkeit der Untertheilung einfach in den Einzelheiten (Details) und das fertige Gespärre leicht an Ort und Stelle zusammenzusetzen. Die Montirung wird aus dem Grunde schnell vollzogen werden können, weil die Einzelhängewerke, aus welchen die Gespärre bestehen, im Werk ganz fertig gestellt und als grössere Theile des Ganzen zum Bauplatz transportirt werden können. Das Gespärre der Hallen und Pavillons wird in 4, jenes der Passagen in 2 Theilen zu transportiren sein.

B. Die Festigkeitsberechnung.

1. Das Gespärre der Hallen. (S. d. Zeichn.) Der von der Dachresche mit dem Horizonte eingeschlossene Winkel ist $\varphi = 24^\circ$, $\cos \varphi = 0,91$, $\sin \varphi = 0,40$.

Die constante Eigenlast des Gespärres sammt der Eindeckung berechnet sich auf $\alpha P = 180$ Ctr., die zufällige Belastung mit 35 Pf. auf den \square' , auf $P = 450$ Ctr., also die Gesamtlast auf $(\alpha + 1) P = 630$ Ctr., d. i. auf 18 Ctr. pro \square klatter.

Im Scheitel B des Gespärres drücken 315 Ctr. lothrecht nieder. Die Sparren AB empfangen davon eine Pressung von

$$p_1 = \frac{157,5}{\sin \varphi} = 394 \text{ Ctr.}$$

Die Zugstange AA erfährt einen Horizontalzug von

$$h = p_1 \cos \varphi = 358,5 \text{ Ctr.}$$

Auf dem Hängewerk ABC wirken lothrecht in gleicher Vertheilung 315 Ctr. Diese zerfallen in einen Druck in der Richtung des Sparrens AB von

$$p_2 = 315 \sin \varphi = 126 \text{ Ctr.}$$

und in einen Druck senkrecht auf diese Richtung (des Sparrens) von

$$d = 315 \cos \varphi = 287 \text{ Ctr.}$$

Von diesem fallen auf die Mittelstütze CD 143,5 Ctr., diese auf Pressung in Anspruch nehmend und die Hängewerksstangen AC und BC mit

$$z_1 = \frac{143,5}{2 \sin \varphi} = 179 \text{ Ctr.}$$

in Spannung versetzend und dem Sparren AB ausserdem eine Pressung von

$$p_3 = 179 \cos \varphi = 163 \text{ Ctr.}$$

bebringend.

Auf die Stützen EF der kleinern Hängewerke AED fallen 72 Ctr., womit die Zugbänder AE und ED mit

$$z_2 = \frac{72}{2 \sin \varphi} = 90 \text{ Ctr.}$$

gespannt und die Sparrentheile AF und DF mit

$$p_4 = 90 \cos \varphi = 82 \text{ Ctr.}$$

gepresst werden.

Die Maximalpressung des Sparrens AB am Fusse beträgt also zusammen $p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 765$ Ctr.; die minimale Pressung im Scheitel 639 Ctr., die mittlere in der Mitte 702 Ctr.

Dafür soll der Sparren (ausserhalb des verstärkten Fusses) einen currenten Querschnitt von $8 \square''$ unter dem sub $a-d$ gezeichneten steifen Profil bekommen, so dass er den bis jetzt in Betracht genommenen Pressungen mit

$$\frac{765}{8} = 95, \frac{733}{8} = 92, \frac{702}{8} = 88, \frac{670}{8} = 84$$

und

$$\frac{639}{8} = 80 \text{ Ctrn.}$$

pro \square Zoll widersteht.

Aus der Biegungsanspruchnahme der freien, nicht weiter unterstützten oder gesprengten Sparrentheile AF , FD , DF , FB , die zusammen einen continuirlichen Biegungsbalken mit der Widerstandsleistung eines solchen bilden, resultirt noch eine Pressung (beziehungsweise Spannung) von:

$$\frac{2}{3} r = \frac{2}{3} 56 = 37 \text{ Ctr.}$$

pro \square'' in der äussersten Faser, so dass die gesammte Pressungsanspruchnahme des Sparrens im Mittel und Maximum:

$$88 + 37 = 125 \text{ Ctr.}$$

beträgt.

Das horizontale Zugband AA erhält den Querschnitt von $2\frac{1}{2} \square''$, womit es dem Zuge von $358\frac{1}{2}$ Ctrn. mit $358\frac{1}{2} : 2\frac{1}{2} = 143$ Ctr. pro \square'' widersteht.

Die Zugbänder AC und BC bekommen den Querschnitt von $1\frac{1}{4} \square''$, und sind dabei mit gleichfalls $179 : 1\frac{1}{4} = 143$ Ctr. pro Zoll beansprucht.

Die weitem Zugbänder AE , ED widerstehen bei ihrem Querschnitte von $\frac{3}{4} \square$ Zollen dem Zuge von 90 Ctrn. mit 120 Ctrn. pro Zoll.

Die Gespärre der Laterne sind in der doppelten Anzahl der Untergespärre vorhanden, und in Entfernungen von $\frac{1}{2}$ ($3^\circ 3' 4\frac{1}{2}''$) situirt. Auf jedes derselben entfallen ca. 90 Ctr. Last und Gewicht, wodurch die Sparren eine Pressung von

$$p_1 = \frac{45}{2 \sin \varphi} = 56 \text{ Ctrn.,}$$

das beide zusammenhaltende horizontale Zugband eine Spannung von 51 Ctrn. annehmen. Zur Pressung der Sparren kommen noch:

$$p_2 = 45 \sin \varphi = 18 \text{ Ctr.,}$$

vom Fusse zum Scheitel von 18 bis 0 abnehmend, und aus der Biegungsanspruchnahme des Sparrens resultiren noch auf der freien Mitte desselben Pressungen und Spannungen von $r = 91$ Ctr. pro Zoll in der obersten Faser, so dass die gesammte grösste Pressung hier auf der freien Mitte des mit $4 \square$ Zoll Querschnitt bemessenen Sparrens vom Profile F auf $16 + 91 = 107$ Ctr. kommt.

Die Zugstange ist von $\frac{3}{4}$ zölligem Querschnitt und hat den Zug von $51 : \frac{3}{4} = 68$ Ctr. pro Zoll.

Die grösseren Hängwerkstützen CD des Untergespärres haben den sub h gezeichneten $4\frac{1}{2}$ messenden Querschnitt und werden mit $\frac{143,5}{4} = 36$ Ctr. pro Zoll beansprucht, die kleineren Stützen EF sind vom sub g gezeichneten $2\frac{1}{2}$ zölligen Querschnitt und werden mit $\frac{72}{2} = 36$ gleichfalls gepresst.

Zu den horizontalen Längerverbindungen der Gespärre sind \perp förmige Eisen von 3 Quad.-Zoll Querschnitt, zu den diagonalen sich kreuzenden Windbändern Flachschieben von $\frac{3}{4}$ zölligem Querschnitt verwendet.

2. Das Gespärre der Passagen.

Der Winkel für die Dachresche ist wieder $\varphi = 24^\circ$. Die Eigenlast des Gespärres sammt der Eindeckung berechnet sich auf $\alpha P = 80$ Ctr. die zufällige Belastung auf $P = 270$ „ die Gesamtlast auf $(\alpha + 1) P = 350$ „ oder 16 Ctr. pro Quad.-Klafter.

Im Scheitel B des Gespärres wirken 175 Ctr. lothrecht nieder. Die Sparren AB werden dadurch in eine Pressung von

$$p_1 = \frac{175}{2 \sin \varphi} = 219 \text{ Ctrn.}$$

versetzt. Die Zugstange AA empfängt eine Spannung von $h = p_1 \cos \varphi = 199$ Ctrn.

Auf dem Hängwerke ACB wirken lothrecht 175 Ctr. Diese zerfallen in den Druck von :

$$p_2 = 175 \sin \varphi = 70 \text{ Ctrn.}$$

in der Sparrenrichtung und in den senkrecht auf diese wirkenden Druck von

$$d = 175 \cos \varphi = 159 \text{ Ctrn.}$$

Von diesem Drucke kommen auf die Stütze CD 79,5 Ctr., wodurch die Zugstangen AC und CB mit

$$z = \frac{79,5}{2 \sin \varphi} = 98 \text{ Ctrn.}$$

und die Sparren mit:

$$p_3 = 98 \cos \varphi = 89 \text{ Ctrn.}$$

afficirt werden. Die Inanspruchnahme des Sparrens aus den directen Pressungen beträgt also:

$p_1 + p_2 + p_3 = 378$ Ctr. am Fusse, 343 Ctr. in der Mitte, 308 Ctr. im Scheitel.

Der Sparren vom currenten Querschnitte von 8 Quad.-Zollen und vom sub c gezeichneten Profil widersteht diesen directen Pressungs-Inanspruchnahmen mit:

$$\frac{378}{8} = 47, \frac{360}{8} = 45, \frac{343}{8} = 43, \frac{325}{8} = 41$$

und

$$\frac{308}{8} = 38 \text{ Ctrn. pro Quad.-Zoll.}$$

Aus der Biegungs-Inanspruchnahme der freien nicht weiter gesprengten Sparrentheile AD , DB , resultirt noch die Pressung von $r = 62$ pro Quad.-Zoll in der obersten Faser, womit die ganze Pressungs-Inanspruchnahme in diesen Gliedern $47 + 62 = 109$ Ctr. pro Zoll ausmacht.

Das horizontale Zugband AA erhält den Querschnitt von $1\frac{3}{8}$ Quad.-Zoll, womit es eine Zugfestigkeit von $199 : 1\frac{3}{8} = 145$ Ctr. pro Zoll annimmt.

Die Hängwerksbänder AC , BC bekommen $\frac{3}{4}$ Quad.-Zoll Querschnitt und besitzen eine Widerstandsfähigkeit von $98 : \frac{3}{4} = 130$ Ctr. pro Zoll.

Die Druckstützen von 2 quad.-zöll. Querschnitte widerstehen mit $\frac{79,5}{2} = 40$ Ctrn. pro Zoll.

3. Das Diagonal- oder Kreuzgespärre der Pavillons.

Die Resche derselben beträgt $\phi = 17^\circ 26'$, daher:
 $\cos \phi = 0,95$, $\sin \phi = 0,29$.

Auf ein solches Gespärre kommt die Eigenlast von $\alpha P = 220$, die zufällige Belastung von $P = 630$, also die Gesamtlast von $(\alpha + 1) P = 850$ Ctrn., d. i. von 18 Ctrn. auf die Quad.-Klafter.

Der Scheiteldruck von 425 Ctrn. bewirkt in den Sparren eine directe Pressung von

$$p_1 = \frac{425}{2 \sin \phi} = 732,6,$$

in der Zugstange AA eine Spannung von

$$h = p_1 \cos \phi = 696 \text{ Ctrn.}$$

Auf den beiderseitigen Hängwerken ABC liegen lothrecht wirkende 425 Ctr. Diese geben einen Schub in der Sparrenrichtung von

$$p_2 = 425 \sin \phi = 123 \text{ Ctrn.}$$

und einen Druck senkrecht auf diese Richtung von

$$d = 425 \cos \phi = 404 \text{ Ctrn.}$$

Von diesem letzteren fallen auf die Mittelstütze CD 202 Centner, wodurch die Hängwerksbänder AC und BC eine Spannung von

$$z_1 = \frac{202}{2 \sin \phi} = 348 \text{ Ctrn.}$$

und die Sparren ADB eine weitere Pressung von

$$p_3 = 348 \cos \phi = 330 \text{ Ctrn.}$$

annehmen.

Auf die kleinen Stützen EF kommen 101 Ctr. Druck, womit die Zugstangen AE und DE eine Spannung von

$$z_2 = \frac{101}{2 \sin \phi} = 174 \text{ Ctrn.}$$

und die Sparrentheile AF , DF , BF die weitere Pressung von $p_4 = 174 \cos \phi = 165$ Ctrn. empfangen.

Diese directen Pressungen in den Sparren summiren sich in $p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 1368$, 1338, 1307, 1276 und 1245 Ctrn., wozu noch die weiter zu ermittelnde Biegungs-Inanspruchnahme hinzutreten wird.

Die Sparren erhalten den Querschnitt von $15\frac{1}{2}$ Quad.-Zoll zunächst des Fusses und von 12 Quad.-Zoll im weiteren Verlaufe mit dem beigezeichneten steifen Profile, so dass aus dem bisherigen $\frac{1350}{15\frac{1}{2}} = 87$, $\frac{1320}{15\frac{1}{2}} = 85$, $\frac{1289}{12} = 108$, $\frac{1268}{12} = 106$ und $\frac{1227}{12} = 102$ Ctr. Pressung pro Quad.-Zoll resultiren.

Aus der Biegungs-Inanspruchnahme der freien weiter nicht unterstützten oder gesprengten Sparrentheile, die als

continuirlicher Balken betrachtet werden können, resultirt noch die Pressung $r = 25$ und beziehungsweise $r' = \frac{2}{3} 54 = 36$ Ctrn. pro Zoll in der äussersten Faser, so dass die totale Pressungs-Inanspruchnahme des Sparrens im Maximum auf $102 + 25 = 127$ und beziehlich $108 + 36 = 144$ Ctr. sich berechnet. Der Sparren bekommt zunächst am Fusse, wo ihn die Kettenbolzen durchdringen, noch eine Verstärkung durch Zulage eines zweiten Kopfbleches.

Das horizontale Zugband AA ist von $4\frac{3}{4}$ zölligem Querschnitt und widersteht mit $696 : 4\frac{3}{4} = 146$ Ctr. pro Zoll.

Die Zugbänder AC und BC widerstehen bei $2\frac{1}{2}$ zölligem Querschnitte mit $348 : 2\frac{1}{2} = 139$ Ctrn. pro Zoll.

Die Zugbänder AE und ED widerstehen bei ihrem Querschnitte von $\frac{1}{2}$ □" mit $174 : 1\frac{1}{2} = 116$ Ctrn. pro Zoll.

Auf die 2 diagonalen Gespärre der Laterne kommen circa 180 Ctr., auf jedes einzeln 90 Ctr. Last und Belastung, wodurch die Sparren eine directe Pressung von

$$p = \frac{45}{2 \sin \phi} = 77 \text{ Ctr.},$$

das beide zusammenhaltende Zugband die Spannung von 73 Ctrn. annehmen.

Zur Pressung dieser Sparren, die aus zwei Winkeleisen von 4 □" Querschnitte bestehen, tritt noch eine andere aus der Biegungs-Inanspruchnahme auf der freien Mitte von $r = 80$ Ctr. pr. Zoll, womit die gesammte Pressung hier $19 + 80 = 99$ Ctr. pro Zoll beträgt.

Die grösseren Druckstützen CD sind von 4zölligen steif-profilirten kreuzförmigen Querschnitten und widerstehen dem Drucke mit $\frac{202}{4} = 50$ Ctrn. pro Zoll; die kleineren 2 □" messenden Stützen widerstehen gleichfalls mit $\frac{101}{2} = 50$ Ctr. pro Zoll.

Zwischen dem diagonalen Kreuzgespärre liegen zur Tragung des übrigen Daches noch einfache I-förmig profilirte 9 □" fassende Sparren. Sie ruhen ohne weitere Hängewerkunterstützung mit einem Ende auf der Mauer, mit dem andern auf einem gleichprofilirten Querträger oder Wechsel. Sie haben eine freie Länge von 24' und tragen auf dieser in gleicher Vertheilung 60 Ctr., womit sich ihre Inanspruchnahme pro Zoll auf 120 Ctr. berechnet.

Man hat sich also nach Vorschrift des Programms der Ausschreibung, welches 150 Ctr. festgesetzt, mit dem Coefficienten der Festigkeit allerwärts unter der Ziffer von 150 Ctrn. gehalten, wornach die Construction eine 3—4fache Sicherheit gegen den Bruch behauptet, je nach der Qualität des Eisens.

C. Gewichtsrechnung u. Materialerforderniss.

ad. 1. Der Dachstuhl der Halle nach Plan 3—4.

α Schmiedeisen für 1 Gespärre, deren 36 gleiche sind.

Die 2 Sparren der Resche von 8 □" Querschnitt, 70" lang, sammt Verstärkungsplatte am Fusse . . . 17,00

Das Hauptzugband $2\frac{1}{2}$ □" Querschn. 63' lang sammt Zuschl. 5,00

Die 4 mittleren Zugstangen von $1\frac{1}{4}$ □" u. 69' lang s. Zuschl. 2,73

Die 8 kleinen Zugstangen von $\frac{3}{4}$ □" u. 65' lang s. Zuschl.	1,53
Die Hängstangen der Mitte von 1 □" und 14' lang s. Zuschl.	0,43
Die 2 grössern Stützen von 4 □" und $13\frac{1}{2}$ ' lang s. Zuschl.	1,62
die 4 kleineren Stützen von 2 □" und 12' lang s. Zuschl.	0,72
Die Bolzen und Nieten	0,57
Zusammen für ein Gespärre.	29,60
Also für 36 gleiche Gespärre $29,60 \times 36 =$	Ctr. 1066
Die 3 horizontalen T Querverbindungen zwischen den Gespärren von 4 □" und $3 \times 700 = 2100'$ Länge	252,00
Die 128 diagonalen Windbänder à $\frac{2}{3}$ □" s. Zuschlag 3328'	66,56
Die Nieten	0,44
Zusammen	Ctr. 319

Für die Laternen:

58 Verticalständer von 6 □" und $7\frac{1}{2}'$ lang, zusammen 435' lang.	78,30
54 Sparren von 4 □" Querschnitt 21' lang, zusammen 1134'	136,08
54 Zugstangen von $\frac{3}{4}$ □" Querschnitt, 19' lang, zusammen 1026'	23,08
2 horizontale J förmige Verbindungen zwischen den Ständern, als Träger der Glaslichterahmen von 4 □" Querschnitt und 1116' Länge s. Zuschl.	135,00
4 horiz. Flachschielen als Einrahm. d. Glaslichter à 2 □" Querschnitt, 2231' lang	135,00
50 Sättel oder Biegel als Träger d. Zwischengespärre des Laterndaches à $1\frac{1}{2}$ □" und 24', zusammen 1200' lang.	60,00
100 vertic. Sattelstützen 1 □" zus. 300' lang	9,00
Das horiz. T Eisen im Sparrenscheitel $1\frac{1}{2}$ □" 558' lang	25,00
58 Gesimsbleche an den Ständern à 40 Pf.	22,20
Nieten und Futterklötzeln	0,34
Zusammen	Ctr. 624

Schmiedeisengewicht der Dachstuhls der Hallen
Zusammen Ctr. 2009

β Weiches Holz (der Latten).

16 Latten am Hauptdach $\frac{1}{2}$ " Querschnitt $16 \times 700 = 11200'$ lang.	4200
7 Latten am Laternendach $\frac{1}{2}$ " Querschnitt $7 \times 558 = 3906'$ lang.	868
26 Anschifter am Hauptdach der Seitenhalle $\frac{1}{2}$ ", 182' lang	61
1 Mauerbank $\frac{1}{2}$ " 510' lang	127
1 Abschlusslatte $\frac{1}{2}$ " 510' lang	14
Zusammen Cubikfuss	5270

ad 2. Der Dachstuhl der Passagen nach Plan 5—6.

α Schmiedeisen für ein Gespärre, deren 20 gleiche sind:

Die 2 Sparren der Dachresche 8 □", 36' lang, s. Verstärk. am Fusse 8,90 Ctr.

Das Horizontalband $1\frac{1}{2}$ " Querschnitt, $33\frac{1}{2}$ ' lang, s. 5% Zuschl.	1,44 Ctr.
Die 4 kleinen Hängewerkstangen $\frac{3}{4}$ " \square ", zus. 36' lang	0,90 "
Die 2 von den Säulen heraufgehenden Windbänder $\frac{3}{4}$ " \square ", 26' lang	0,63 "
Die Hängstange der Mitte $\frac{1}{2}$ " \square " Querschnitt, $7\frac{1}{2}$ ' lang	0,12 "
Die 2 Stützen von 2 \square " Querschnitt à $3\frac{1}{2}$ ' lang, zus. $6\frac{1}{2}$ ' s. Zuschl.	0,41 "
Bolzen, Nieten, Klötzeln	0,20 "
Zusammen	12,60 Ctr.
Für 20 Gespärre $20 \times 12,60 =$	252,00 Ctr.
Das horiz. T Eisen im Scheitel 4 \square " $2 \times 192 = 384'$ lang	46,00 "
Die 72 diagonalen Windbänder $\frac{3}{4}$ " \square ", $72 \times 27' = 1944'$ lang	39,00 "
Schmiedeisengewicht des Dachstuhles der Passagen	
Zusammen	337,00 Ctr.
β das weiche Holz der Latten α .	
$\frac{1}{2}$ " Latten, 14 Stück à 19' lang	1008 Cub.-F.
Hiezu 40 Anschiftlinge à 3', zus. 120' lang	30 "
4 Abschlussbänke $\frac{1}{2}$ " \square ", zus. 768' lang	128 "
4 Latten $\frac{1}{4}$ " \square ", zus. 768	21 "
Zusammen	1187 Cub.-F.

ad 3. Der Dachstuhl der Pavillons nach Plan 7—8, α Schmiedeisen für einen Pavillon, deren 4 gleiche sind.	
Die 4 Sparren der Diagonalgespärre von 12 \square " Querschnitt und 186' lang, sammt Verstärkung am Fusse.	75,00 Ctr.
Die 2 Horizontalketten $4\frac{3}{4}$ " \square " und $2 \times 89 = 178'$ lang, s. Zuschl.	25,50 "
Die 8 mittleren Hängewerkbänder $2\frac{1}{2}$ " \square ", 176' lang, s. Zuschl.	13,86 "
Die 16 kleineren Hängewerkbänder $1\frac{1}{2}$ " \square " zus. 168' lang	8,00 "
Die 4 grossen Stützen v. 4 \square " \square ", zus. 27' lang	3,24 "
Die 8 kleinen Stützen v. 2 \square " \square ", zus. 24' lang	1,44 "
Die Hängstange der Mitte 1 \square " \square ", $15\frac{1}{2}$ ' lang	0,50 "
Die 4 I Querträger (Wechsel) 9 \square " \square " zus. 72' lang	44,64 "
Die 12 I Sparren a. d. Wechseln, zus. 312' lang	
Die 8 I Sparren a. d. Hauptgesp., zus. 112' lang	
Zusammen lang 496'.	
Zusammen	172,18 Ctr.

Zur Laterne:	
Die 4 Ständer 7 \square " \square " und $7\frac{1}{2}$ ' lang, zus. 30' lang	6,30 Ctr.
Die 4 horiz.] Verbindungen zu den Ständern, 4 \square " \square " u. 72' lang	8,70 "
Die 8 Flachsienen der Einrahm. à 2 \square " \square " 144' lang	8,70 "
Die 4 Sattel- oder Biegeleisen à $1\frac{1}{2}$ " \square " \square ", 80' lang	4,00 "
Die 8 Sattelstützen 1 \square " \square " u. $3 \times 8 = 24'$ lang	0,72 "
Die 4 Gesimsbleche a. d. Ständern à 40 Pf.	1,60 "
Die 2 Diagonalsparren von 4 \square " \square ", $2 \times 21 = 42'$ lang	5,04 "
Die 2 Diagonal-Zugstangen von $\frac{3}{4}$ " \square " \square ", 40' lang	0,90 "
Die 4 T förmigen Wechsel im Sparrenscheitel	

und die 4 T förmigen Zwischensparren darauf liegend $4 \times 1 + 4 \times 9 = 40'$ lang, 4 \square " Querschnitt	4,80 Ctr.
Zusammen	40,76 Ctr.
Für einen Pavillon	21 2,94 Ctr.
Für 4 Pavillons $4 \times 212,94 = 851,76$, abgerundet 852 Ctr.	
β das Holz der Latten fürs Hauptdach	360 Cub.'
" " " " der Laterne	36
Zusammen	396 Cub.'

Für 4 Pavillons $4 \times 396 = 1584$ Cub.
 7 Gusseisen. 96 Unterlagsplatten zum Dachstuhle der Eckpavillons à 60 Pf., zus. . . . 57 Ctr.

Recapitulation der Summen.

Für die Hallen Schmiedeisen 2009 Ctr., Holz 5270 Cub.'	
Für die Passagen " 327 " " 1187 "	
Für die Pavillons " 852 " " 1584 "	
Summe des Schmiedeisens	3198 Ctr.
" " Holzes 8041 "	
" " Gusseisens 57 "	

Beschreibung einer Egalisirungs-Maschine und eines zugehörigen Hebezeuges.

(Mit Zeichnungen auf Bl. Nr. 18 und 19.)

Diese Maschine hat den Zweck, das Niveau des Eisenbahn-Oberbaues schnell, gut und bedeutend billiger, als bisher durch Anwendung der gewöhnlichen Methode bewerkstelligt wurde, herzustellen.

Der ganze Mechanismus, welcher aus der Zeichnung deutlich ersichtlich erscheint, ruht auf einem gewöhnlichen vier-räderigen Bahnwagen, welcher statt eines vollen Plateaus bloss einen Rahmen zur Unterstützung der Eisengestelle hat, um zwischen demselben die Bewegung der Hebedäumlinge und Stopfhämmer, so wie eine genaue Uebersicht der sich bewegendenden Theile und der zu unterstopfenden Schwellen zu erzielen.

Die Bewegung geschieht durch zwei Arbeiter, von denen jeder an einer der zu beiden Seiten der Vorrichtung angebrachten Kurbel wirkt.

Die ganze Vorrichtung enthält 8 Paar oder 16 Stück gusseiserne Stopfhämmer, von welchen ein jeder 18 Pfund (ohne den schmiedeisernen Stiel) wiegt, und welcher Letzterer wegen leichterer Auswechslung mit dem Stopfhammer verschraubt ist.

Je zwei Hämmer arbeiten einander gegenüber, und nach einer Umdrehung kommen alle 8 Paare abwechselnd in Thätigkeit.

Behufs ungehinderter Fortschaffung des Wagens, bezüglich der herabhängenden Hämmer sind letztere mittelst Drahtketten an einer seitwärts angebrachten Welle befestigt, wo selbe für den Fall einer Weiterfahrt mittelst einer Kurbel in die Höhe gehoben werden können.

Zur Completirung dieser Maschine ist ein Hebezeug von Eisen construirt, wodurch ein Mann ohne Schwierigkeit die gesunkenen Oberbaustellen in das gehörige Niveau heben kann.

Bedienung der Maschine und ihre Vortheile.

Zur Bedienung der Egalisirungsmaschine, so wie zum Ausräumen des Schotter, Ausheben der gesunkenen Stellen und Wiederplanirung sind erforderlich: 2 Mann zum Drehen, 1 Mann zum Schotterzuwerfen unter die Stopfhämmer, 2 Mann zum Abdecken und Ausheben der Schwellen, endlich 1 Mann zum Planiren des hergestellten Oberbaues, daher zusammen 6 Mann.

Mit dieser Partie von 6 Mann kann nun Nachstehendes geleistet werden:

Mit Rücksicht auf die Versäumnisse kommt auf eine Minute eine Umdrehung, und es erfolgen demnach in dieser Zeit 24 effective Schläge unter der Schwelle, somit in einer Stunde $24 \times 60 = 1440$ Hiebe.

Eine Schwelle wird durch höchstens 32 Hiebe hinreichend mit Schotter unterstopft, daher können pr. Stunde $\frac{1440}{32} = 45$ Schwellen in Ordnung gesetzt werden, d. i. 22,5 Klafter currente Bahn, und in einem Tage zu 10 Stunden Arbeitszeit 225 Klafter Bahn.

Nach meinen durch viele Jahre gemachten Erfahrungen können mit Mühe 6 tüchtige und fleissige Arbeiter in 10 Stunden, also ebenfalls in einem Tage, 40 Klafter Oberbau in den Stand setzen, und es stellt sich demnach das Verhältniss der Leistung der Maschine bei schon vollendeten Bahnen zur gewöhnlichen Handarbeit bei gleichen Kräften wie 45:8, oder beinahe wie 5:1 heraus; es wird also mindestens das Fünffache mit dieser Maschine geleistet werden können.

Bei Anwendung dieser Maschine, vorzüglich beim Baue neuer definitiver oder provisorischer Bahnen (welch' letztere sehr häufig bei grösseren Erdarbeiten als Locomotiv- oder auch Pferdebahnen hergestellt werden), da hierbei keine Störungen der Arbeit durch den Zugverkehr vorkommen, werden gewiss noch viel günstigere Resultate erzielt werden können, als die oben Erwähnten.

Aber auch der Vortheil bei Anwendung dieser Maschine ist aus den oben erwähnten Leistungen leicht zu erkennen. Es lässt sich die Construction der Maschine je nach Bedarf verändern, und zwar z. B. beim Unterkrampen bloss einzelner Stellen der Schwellen, in welchem Falle etwa 2—4 Stopfhämmer die eigentliche Arbeit verrichten können. Dann werden die übrigen Hämmer ausgelöst und dadurch ausser Thätigkeit gesetzt, wodurch natürlich auch die Handhabung der Maschine eine noch leichtere, daher die benötigte Kraft eine geringere, also der zu erreichende Vortheil bei Verwendung der Maschine bei Conservirung der Bahnen dadurch noch erhöht wird.

Die Abnützung der gusseisernen Stopfhämmer ist jedenfalls eine äusserst geringe, und werden die Kosten dieser Maschine (welche 280 bis höchstens 300 fl. betragen dürften) durch gänzliche Beseitigung der bedeutenden Reparaturauslagen der bisherigen Schlagkrampen, sowie durch Ersparung an Menschenkräften und Zeit in dem kürzesten Zeitraume gewiss reichlich hereingebracht werden.

Ebenso wird die Anwendung des Hebezeuges, dessen Leistungen bereits erwähnt und auch aus der Zeichnung leicht

zu entnehmen sind, zu allen Ausrichtungsarbeiten ohne Unterschied, ob Neubau oder Erhaltung, sowohl aus ökonomischen als practischen Rücksichten von sehr grossem Vortheile sein.

Ch. W. Salzmann, Ingenieur.

Vergleich der Theorie der calorischen Maschine mit den Versuchsergebnissen.

Von Gustav Schmidt,

Professor des Maschinenbaues am polytechnischen Landesinstitut zu Prag.

Im 172. Bande S. 81 des Dingler'schen Journalen theilt Hr. Delabar sehr ausführliche Versuchsergebnisse mit, welche Hr. Tresca in Paris an einer geschlossenen calorischen Maschine nach der Construction der Herren Laubereau und Schwartzkopff mittelst eines Bremsdynamometers in Verbindung mit einem Indicator angestellt hat. Bei dieser Mittheilung ist auf meine erste Theorie dieser Maschine *) hingewiesen, welche ich jedoch als nicht hinreichend genau fallen gelassen, und durch eine zwar umständlichere, aber genauere Theorie ersetzt habe, die 1862 im „Civilingenieur“ Band 8, S. 285 veröffentlicht wurde. Die Resultate dieser Untersuchung sind für den practischen Gebrauch hinreichend einfach, und stimmen, wie diese Zeilen nachweisen werden, in ganz befriedigender Weise mit den Versuchsergebnissen. — Die Theorie ergibt nämlich folgende Resultate:

1. Die Speisekurbel soll der Arbeitskurbel um 90° voreilen, nämlich der Speisekolben soll schon Luft von der kalten auf die warme Seite schaffen, also sich vom Feuertopf weg begeben, ehe noch der Arbeitskolben seinen wirksamen Hingang (beziehungsweise Aufgang) beginnt **).

2. Wegen der in der Rechnung gemachten, nicht streng richtigen Annahmen lässt sich erwarten, dass der erfahrungsmässig günstigste Voreilungswinkel der Speisekurbel etwas kleiner als 90° ist.

3. Der Nutzeffect der Maschine wird durch die Formel gegeben:

$$E = \eta \cdot \frac{\pi}{2} OcP \sin \alpha \left(\sin \varphi - \tan \frac{\varphi}{2} \right) \quad (1)$$

In derselben bedeutet:

η den Wirkungsgrad, nämlich das Verhältniss zwischen dem vom Bremsdynamometer angegebenen Nutzeffect E_n gegen den vom Indicator angegebenen am Kolben ausgeübten Effect E_a . Dieses Verhältniss haben die Pariser Versuche nur = 0,35 bis 0,46 ergeben.

O die Fläche des Arbeitskolbens, somit hier, bei $D = 0,5$ Meter Durchmesser, $O = 0,1964$ Quadratmeter.

$c = \frac{ns}{30}$ die Kolbengeschwindigkeit, also bei

$s = 0,4$ Meter Kolbenweg $c = 0,01333 n$, unter n die Anzahl Kurbelumdrehungen per Minute verstanden.

*) Zeitschrift des österr. Ing. Ver. 1861. Heft IV. und V., S. 79. Dingler's Journal B. 160, S. 401.

**) In dem Aufsätze des Hrn. Delabar ist das Spiel der Maschine unrichtig beschrieben. In Fig. 2 soll der Pfeil umgekehrt sein, und Fig. 4 bis 11 sind in Folge dessen sämtlich unrichtig.

P die mittlere absolute Spannung der eingeschlossenen Luft in Kilogrammen per Quadratmeter. Wird statt dessen P in Atmosphären ausgedrückt, so ist 10334 P statt P zu setzen.

α und φ zwei Hülfswinkel.

Der Winkel α ist durch die Gleichung gegeben:

$$\tan \alpha = \frac{a(1-m) \sin \delta}{1-a(1-m) \cos \delta} \quad (2)$$

worin δ der Voreilungswinkel der Speisekurbel, also hier $\delta = 90^\circ$ ist, m das Verhältniss der absoluten Temperaturen der kalten und heissen Luft bedeutet, also

$$m = \frac{273+t_1}{273+t_2} = \frac{T_1}{T_2} < 1, \quad (3)$$

und a durch die Gleichung

$$a = \frac{V_1}{mV} = \frac{O_1 s_1}{mOs} \quad (4)$$

gegeben ist, worin $V_1 = O_1 s_1$ das vom Speisekolben durchlaufene Volumen bezeichnet. Durchmesser und Schub des Speisekolbens sind in dem Aufsatz nicht angegeben. Nach der Zeichnung findet man:

$$O_1 = 1,166 O, \quad s_1 = 0,79 s, \text{ also}$$

$$V_1 = O_1 s_1 = 0,92114 Os = 0,07236 \text{ Cubikmeter} \quad (5)$$

$$\text{und } a = \frac{0,92114}{m} \quad (6)$$

Für $\delta = 90^\circ$ reducirt sich (2) auf:

$$\tan \alpha = a(1-m) \quad (7)$$

Der andere Hülfswinkel φ ist gegeben durch die Gleichung:

$$\sin \varphi = \rho = \frac{\sqrt{1-2a(1-m) \cos \delta + a^2(1-m)^2}}{1+a(1+m+2\lambda)} \quad (8)$$

oder für $\delta = 90^\circ$:

$$\sin \varphi = \rho = \frac{\sqrt{1+a^2(1-m)^2}}{1+a(1+m+2\lambda)} \quad (9)$$

worin λ der Coefficient für den schädlichen Raum ist:

$$\lambda = \frac{v' + mv''}{V_1} \quad (10)$$

Dabei ist v' der mittlere Werth des schädlichen Raumes auf der kalten Seite des Speisecylinders, und v'' der wegen des Verbindungscanals bedeutend grössere schädliche Raum auf der heissen Seite des Speise- und Arbeitscylinders.

Die Effectgleichung (1) schreibt sich daher für unsere Maschine, wenn P in Atmosphären genommen wird, so:

$$E_n = \frac{3,1416}{\eta} \cdot 0,1964 \cdot 0,01333 \cdot 10334 P \sin \alpha \left(\sin \varphi - \tan \frac{\varphi}{2} \right),$$

$$E_n = 42,50 \eta n P \sin \alpha \left(\sin \varphi - \tan \frac{\varphi}{2} \right) \quad (11)$$

worin man auch setzen kann:

$$\sin \varphi - \tan \frac{\varphi}{2} = \tan \frac{\varphi}{2} \left(2 \cos \frac{\varphi}{2} - 1 \right) = \tan \frac{\varphi}{2} \cos \varphi$$

also:

$$E_n = 42,5 \eta n P \sin \alpha \tan \frac{\varphi}{2} \cos \varphi \quad (12)$$

4. Die Maximalspannung tritt beim Hingang (Aufgang) des Arbeitskolbens nach einem Kurbelwinkel α ein, der durch die Gleichung (2), beziehungsweise (7) gegeben ist, und von der todten Lage der Kurbel an gemessen wird. Diese Maximalspannung beträgt:

$$P_2 = P(1+\rho) \quad (13)$$

worin ρ den Werth (8) beziehungsweise (9) hat. Die Minimalspannung tritt beim Hergang (Rückgang, Niedergang) des Arbeitskolbens, ebenfalls beim Kurbelwinkel α nach der todten Lage ein, und beträgt:

$$P_1 = P(1-\rho) \quad (14)$$

Ich bemerke, dass ich hier die Stellenzeiger 2, 1 analog jenen in T_2, T_1 gewählt habe. In dem Originalartikel im „Civilingenieur“ sind die Buchstaben P_2 und P_1 vertauscht.

5. Das theoretische Indicatordiagramm bildet eine schräg liegende, ellipsenähnliche oder richtiger eiförmige Linie vierter Ordnung. Die Gleichung derselben, bezogen auf den Mittelpunkt als Anfangspunkt der Coordinaten x, y , lautet:

$$y = \frac{\rho(x \cos \alpha \pm \sqrt{1-x^2} \sin \alpha) \rho^2}{1 - \rho(x \cos \alpha \pm \sqrt{1-x^2} \sin \alpha)} \quad (15)$$

worin x von -1 bis $+1$ variirt, also die halbe Länge des Indicator-Diagrammes als Einheit der Abscissen, und die Länge einer Atmosphäre nach dem Maassstab der Diagrammsordinaten als Einheit der letzteren genommen ist. Die Abscissenaxe fällt nicht mit der atmosphärischen Linie des Diagrammes zusammen, sondern halbirt die ganze Höhe desselben.

6. Die zur Brennstoffberechnung benötigte Spannung p_0 bei Beginn der Bewegung des Arbeitskolbens nach aufwärts ist:

$$p_0 = \frac{1-\rho^2}{1-\rho \cos \alpha} \cdot P \quad (16)$$

Hiermit ergibt sich das Gewicht G der eingeschlossenen Luftmenge:

$$G = \frac{353 p_0 V_1}{T_1} \left(\frac{1+m}{2} + \lambda \right) \text{ Kilogramm} \quad (17)$$

Die zur Erwärmung allein, ohne Arbeitsverrichtung erforderliche Wärmemenge berechnet sich mittelst der rationalen Wärmecapacität der Luft $\mathcal{E} = \frac{0,2377}{1,41} = 0,1686$ nach der Formel:

Wärmemenge $= 0,1686 G (t_2 - t_1)$ Calorien per Spiel, also $0,1686 Gn (t_2 - t_1)$ per Minute und $10,116 Gn (t_2 - t_1)$ Calorien per Stunde und per $N = \frac{E_n}{75}$ Pferdestärken, somit

per Pferdestärke und Stunde: $W_1 = \frac{75}{E_n} \cdot 10,116 Gn (t_2 - t_1)$, d. i.

$$W_1 = 758,7 \frac{Gn (t_2 - t_1)}{E_n} = 758,7 \frac{Gn (T_2 = T_1)}{E_n},$$

$$W_1 = 758,7 \frac{Gn}{E_n} T_1 \left(\frac{1}{m} - 1 \right) \quad (18)$$

Da jedoch der Blechmantel ähnlich wirkt wie ein Regenerator, so wird nicht diese ganze Wärmemenge vom Brennstoff zu liefern, und durch das Kühlwasser zu entziehen sein, sondern etwas weniger, wir wollen sagen μW , wobei μ kleiner als Eins. Ausserdem ist zur Arbeitsleistung E_a am Kolben noch die als Wärme verschwindende und sich in mechanische Arbeit umsetzende Wärmemenge $\frac{E_n}{423}$ Calorien per Secunde erforderlich, folglich entfällt per Pferdestärke und Secunde:

$$\frac{75}{E_n} \cdot \frac{E_a}{423} = \frac{75}{423} \cdot \frac{1}{\eta},$$

und per Pferdestärke und Stunde:

$$W_2 = \frac{3600,75}{423} \cdot \frac{1}{\eta} = \frac{638}{\eta} \text{ Calorien} \quad (19)$$

Zusammengenommen muss per Pferdestärke und Stunde die Wärmemenge

$$W = \mu W_1 + W_2 \quad (20)$$

vom Brennstoff an die Luft abgegeben und die Wärmemenge μW_1 vom Kühlwasser entzogen werden. Aus (17) und (18) folgt:

$$W_1 = 267820 \frac{p_0 V_1 n}{E_n} \left(\frac{1+m}{2} + \lambda \right) \left(\frac{1-m}{m} \right) \quad (21)$$

Für die untersuchte Maschine ist $V_1 = 0,07236$ Cubikmeter, also

$$W_1 = 19378 \frac{p_0 n}{E_n} \left(\frac{1+m}{2} + \lambda \right) \left(\frac{1-m}{m} \right) \quad (22)$$

Aus $W = \mu W_1 + W_2$ folgt der Brennstoffaufwand, wenn man weiss, wie viel Calorien ein Kilogramm Brennstoff bei der vorhandenen Ofeneinrichtung und bei der vorhandenen Heizfläche an die Luft abzugeben vermag. Ich habe die Heizkraft der Steinkohlen mit 6300 Calorien angenommen und davon die Hälfte als nutzbar auf die Luft übergehend in Rechnung gezogen. Das zeigt sich aber als etwas zu hoch gerechnet. Obwohl nämlich mit Coaks gefeuert wurde, deren Heizkraft 7050 Calorien anzunehmen ist, so gingen bei der vorhandenen (nicht angegebenen) Heizfläche, welche etwa 1,2 Quadratmeter betragen mag, doch nur 10000 Calorien über, per Stunde und bei etwa 800° anfänglicher und 100° schliesslicher Temperaturdifferenz (dies gäbe per ein Grad und Stunde auf den Quadratmeter $\frac{10000}{1,2 \cdot 450} = 18,5$ Calorien) und es waren hiezu, je nach der Höhe der Temperatur t_2 , also nach der Temperatur der in den Schornstein entweichenden Verbrennungsgase, welche $= t_2 + 50$ geschätzt werden kann, 3 bis 3,7 Kilogramm Coaks erforderlich, wonach also von einem Kilogramm Coaks nur 3300 bis 2700 statt 3500 Calorien abgegeben wurden, natürlich desto weniger, je mehr der Feuerherd forciert wurde, also je mehr Coaks per Stunde verbrannt wurden, und je heisser die Verbrennungsgase entweichen.

Die Wärmemenge μW_1 , welche nicht in Arbeit umgesetzt worden ist, muss durch das Kühlwasser wieder weggeführt werden.

Ist daher Q die Anzahl Liter oder Kilogramm Wasser, welche per Stunde und Pferdestärke um 5° erwärmt werden, so ist auch:

$$\mu W_1 = Q\tau \quad (23)$$

Behufs Prüfung der vorstehend in ihren Resultaten dargestellten Theorie, benützen wir folgende zu den 4 mitgetheilten Diagrammen A bis D gehörige Versuchsdaten:

Versuchsergebnisse.

	A	B	C	D
Nutzeffect E_n in Meterkilg.	34,65	40,71	59,21	59,21
Wirkungsgrad η	0,351	0,399	0,441	0,459
Umgangszahl n	39,4	36,0	35,5	35,5
Maximalspannung P , Atm.	1,47	1,46	1,45	1,46
Minimalspannung P , Atm.	0,85	0,85	0,86	0,84
Daher mittlere Spannung P	1,160	1,155	1,155	1,150
und ρ nach (13), (14)	0,2673	0,2641	0,2554	0,2695
Kühlwasser per Pferd und Stunde Q	1113	999	768	768
Temperaturerhöhung τ	17,1	17	15,1	15,1
μW_1 nach (23), Calorien	19032	16983	11597	11597
W_2 nach (19), Calorien	1818	1599	1447	1390
W nach (20), Calorien	20850	18582	13044	12987
Coaksverbrauch per Pferd u. Stunde	6,55	6,43	4,65	4,65
Calorien per 1 Kilogr. Coaks	3133	2890	2805	2793
Pferdestärke $N = \frac{E_n}{75}$	0,46	0,54	0,79	0,79
Stündlicher Coaksverbrauch	3,01	3,48	3,68	3,68
Stündl. Wärmemenge $= WN$	9600	10000	10300	10260

Die Werthe von P und ρ sind in allen Versuchen so nahe gleich, dass wir dafür ihre Mittelwerthe einsetzen dürfen:

$$P = 1,155 \text{ Atm.}, \rho = \sin \varphi = 0,2641 \quad (24)$$

somit der Hüllswinkel $\varphi = 15, 18' 48''$

Mit diesen Werthen folgt nach (12)

$$E_n = 6,365 \eta n \sin \alpha, \text{ also}$$

$$\sin \alpha = 0,1571 \frac{E_n}{\eta n} \quad (25)$$

hieraus $\alpha = 23^\circ 10,2', 26^\circ 25,7', 36^\circ 26,2', 34^\circ 47,7'.$

Ferner ist nach (6):

$$a = \frac{0,92114}{m}$$

und nach (7)

$$\tan \alpha = a (1 - m) = \frac{0,92114(1 - m)}{m}$$

woraus:

$$m = \frac{0,92114}{\tan \alpha + 0,92114} \quad (26)$$

also:

$$m = 0,683, 0,650, 0,555, 0,570 \quad (27)$$

Nachdem das Kühlwasser mit 32 bis 36° abfloss, kann die Temperatur t_1 der abgekühlten Luft kaum unter 60° angenommen werden. (Herr Delabar rechnet 40°.) Mit

$$T_1 = 273 + 60 = 333^\circ \text{ folgt dann } T_2 = \frac{T_1}{m}:$$

$$T_2 = 488^\circ, 513^\circ, 600^\circ, 584^\circ$$

also:

$$t_2 = 215^\circ, 240^\circ, 327^\circ, 311^\circ \quad (28)$$

Die Temperatur der in den Schornstein entweichenden Verbrennungsgase kann also geschätzt werden auf:

$$t_2 + 50 = 265^\circ, 290^\circ, 377^\circ, 361^\circ$$

und die Temperatur im Feuerherd etwa auf:

$$t_2 + 800 = 1015, 1040, 1127, 1111$$

entsprechend der gesteigerten Brennstoffmenge per Stunde. Der Vergleich dieser Zahlen zeigt, dass auf dem Rost etwa 4100 Calorien aus einem Kilogramm Coaks producirt werden, mehr noch derjenigen schwer zu schätzenden Wärmemenge, welche durch Ausstrahlung verloren geht.

Wir finden nun ferner aus (9) und (7):

$$\rho = \frac{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}{1 + \tan \alpha \left(\frac{1+m+2\lambda}{1-m} \right)} = \frac{1}{\cos \alpha + \sin \alpha \left(\frac{1+m+2\lambda}{1-m} \right)}$$

$$\cos \alpha + \sin \alpha \left(\frac{1+m+2\lambda}{1-m} \right) = \frac{1}{\rho}$$

$$\frac{1+m+2\lambda}{1-m} = \frac{1}{\sin \alpha} \left(\frac{1}{\rho} - \cos \alpha \right) = \left(\frac{1}{\rho \sin \alpha} - \cotg \alpha \right)$$

$$1+m+2\lambda = (1-m) \left(\frac{1}{\rho \sin \alpha} - \cotg \alpha \right) \quad (29)$$

Mittelst dieser Gleichung ergibt sich nun:

$$\lambda = 0,314, 0,312, 0,339, 0,332 \quad (30)$$

Die Mittelwerthe von (27) und (30) sind:

$$m = 0,6145, \lambda = 0,3243 = \frac{v'}{V_1} + m \frac{v''}{V_1}$$

gemäss (10.)

Nimmt man:

$$\frac{v'}{V_1} = 0,14 \text{ und } \frac{v''}{V_1} = 0,30 \quad (31)$$

so berechnet sich nach (10),

$$\lambda = 0,14 + 0,6145 \cdot 0,30 = 0,3243$$

wie oben. Für die Einzelwerthe von m folgt nach (10) und (31):

$$\lambda = 0,345, 0,335, 0,3065, 0,311 \quad (32)$$

Die Differenzen zwischen den Werthen (30) und (32) rühren von den Ungenauigkeiten der Beobachtung sowohl als der Theorie. Mit den Werthen (27) und (32) folgt:

$$\frac{1+m}{2} + \lambda = 1,186, 1,160, 1,084, 1,096 \quad (33)$$

Diese Zahlen sind einzusetzen in Gleichung (22), welche mit Rücksicht auf (16) lautet:

$$W_1 = 19378 \cdot \frac{n}{E_u} \left(\frac{1-\rho^2}{1-\rho \cos \alpha} \right) P \left(\frac{1+m}{2} + \lambda \right) \left(\frac{1-m}{m} \right)$$

oder wegen

$$P = 1,155, \rho = 0,2641$$

$$W_1 = 20820 \cdot \frac{n}{E_u} \cdot \frac{\left(\frac{1+m}{2} + \lambda \right) \left(\frac{1-m}{m} \right)}{1 - 0,2641 \cos \alpha} \quad (34)$$

$$W_1 = 17210, 15060, 13780, 13180 \quad (35)$$

Nach der Beobachtung ist:

$$\mu W_1 = 19032, 16983, 11597, 11597,$$

somit:

$$\mu = 1,11, 1,13, 0,84, 0,88 \quad (36)$$

Die letzteren beiden Werthe sind der Natur der Sache vollkommen entsprechend, weil eben der Blechmantel die Function eines Regenerators versieht, also $\mu < 1$ sein muss. Die ersten beiden Werthe sind daher unmöglich, indessen ist es gewiss, dass μ desto näher $= 1$ sein muss, je geringer die Temperatur t_2 ist.

Der sich ergebende Fehler mag wohl zum Theil in Beobachtungsfehlern begründet sein, allein wenn er auch ganz den Ungenauigkeiten der Theorie zur Last fällt, so zeigt sich dieselbe noch immer practisch genügend, weil man bei Schätzung des Wirkungsgrades η doch einem grösseren Fehler als 5% unterworfen bleibt, und würde man das Diagramm A so weit vergrössert denken, dass der am Bremsdynamometer beobachtete Nutzeffect nur 30 statt 35% des absoluten (durch das vergrösserte Diagramm gegebenen) Effectes beträgt, so erhielte man $\alpha = 13^\circ 42,6'$, $m = 0,64$, $\lambda = 0,332$ und $W_1 = 20040$,

also verglichen mit der Beobachtung $\mu = 0,95$. Ein derartiger Fehler ist aber ganz leicht möglich, weil alle anderen Beobachtungsdaten Resultate stundenlanger Beobachtung sind, während das Diagramm eine Einzelbeobachtung — kein Mittel ist.

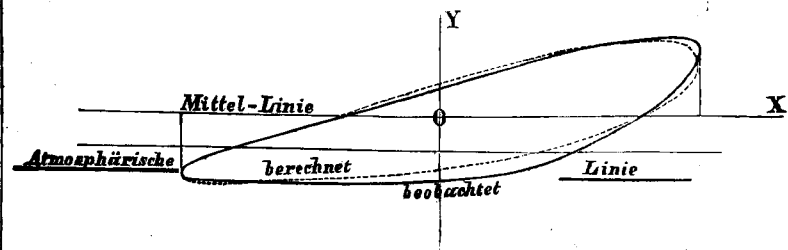
Den Grad der Genauigkeit der Theorie kann man durch Berechnung des theoretischen Diagrammes am besten ersehen. Nach (15) ist die theoretische Gleichung des Diagrammes C, für welches $\alpha = 36^\circ 26,2'$ ist:

$$y = \frac{0,2125 x \pm 0,1569 \sqrt{1-x^2} - 0,0698}{1 - 0,2125 x \mp 0,1569 \sqrt{1-x^2}} \cdot 1,155 \quad (37)$$

Es ergibt sich für:

	Oberes y	Unteres y
$x = -1$	-0,269	-0,269
$x = -0,8$	-0,156	-0,305
$x = -0,6$	-0,083	-0,298
$x = -0,4$	-0,013	-0,281
$x = -0,2$	+0,054	-0,257
$x = 0$	+0,119	-0,227
$x = 0,2$	+0,182	-0,188
$x = 0,4$	+0,238	-0,140
$x = 0,6$	+0,288	-0,078
$x = 0,8$	+0,305	+0,008
$x = 0,95$	+0,279	+0,113
$x = 1,0$	+0,209	+0,209

Diese nicht auf die atmosphärische Linie, sondern auf die Mittellinie des Diagrammes bezogenen Ordinaten, deren Einheit die diagrammatische Höhe einer Atmosphäre (31mm) ist, stimmen mit den beobachteten Diagrammsordinaten so genau zusammen, als es nur immer zu erwarten sein konnte.



Die Figur stellt diesen Vergleich dar, wobei nur die untere Linie bemerkbar abweicht, und zwar so, dass das theoretische Diagramm kleiner ist als das beobachtete. Zum Schlusse möchten wir noch auf 2 Umstände aufmerksam machen. Hr. De-

labar leitet das Verhältniss $\frac{T_2}{T_1}$ aus dem Spannungsverhältniss $\frac{P_2}{P_1}$ ab, wonach er für alle vier Versuche die Temperatur

$t_2 = 260^\circ$ findet. Allein es ist keineswegs $\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2}{P_1}$, sondern, wie schon in meiner ersten Theorie angegeben wurde, $\frac{P_2}{P_1}$ nahezu gleich dem Verhältniss des grössten und kleinsten der Luft dargebotenen Volumens, also:

$$\frac{P_2}{P_1} \text{ nahe } = \frac{V + V_1 + v' + v''}{V_1 + v' + v''} = \frac{V + 1,44 V_1}{1,44 V_1}$$

oder wegen:

$$V_1 = 0,921 V, \frac{P_2}{P_1} = \frac{V + 1,33 V}{1,33 V} = \frac{2,33}{1,33} = 1,75.$$

Die Diagramme geben im Durchschnitt:

$$P_2 = 1,46, P_1 = 0,85, \frac{P_2}{P_1} = 1,72,$$

also sehr nahe obiges Verhältniss 1,75, welches eintreten würde, wenn die Erwärmung und die Abkühlung gerade nur so gross wäre, dass bei der Expansion und Compression die Temperatur ungeändert bliebe. Die wachsende Temperatur erhöht nicht das Verhältniss $\frac{P_2}{P_1}$, sondern sie bewirkt nur ein, zwischen denselben Grenzwerten P_1 und P_2 immer bauchiger werdendes Indicordiagramm.

Vergleicht man endlich die Werthe der Gesamtwärme W und der in Arbeit umgesetzten Wärme W_2 *), so zeigt sich:

$$\frac{W_2}{W} = 8,7\%, 8,6\%, 11,1\%, 10,7\%$$

Es werden also nur 9 bis 11 Percent der wirklich eingedungenen Wärme in Arbeit umgesetzt, also etwa $4\frac{1}{2}$ Percent der Heizkraft des Brennstoffs. Da aber diese umgesetzte Arbeit erst am Kolben abgegeben ist, und auf die Kurbel höchstens 46% übertragen wird, so reducirt sich der wahre Wirkungsgrad auf 2 Percent, gerade wie bei kleinen Dampfmaschinen.

Annähernde Vergleichung der Kosten für die Transportkraft auf horizontalen und steigenden Bahnen von $\frac{1}{50}$ Gefälle.

Es ist bekannt, dass der Nutzeffect der Schienenstrasse bei horizontaler Bahn am grössten ist, und mit dem Zunehmen der Steigungen abnimmt, so dass, während der Kraftaufwand auf horizontaler Bahn gegen jenen auf gewöhnlicher Chausée $\frac{1}{8}$ beträgt, derselbe beispielsweise bei Steigungen von $\frac{1}{50}$ schon durch $\frac{1}{2,2}$ und bei $\frac{1}{20}$ Steigung sogar durch $\frac{3}{4}$ des, auf einer gewöhnlichen und gleichansteigenden Chausée erforderlichen Kraftaufwandes, ausgedrückt werden kann.

Man wird daher bei der Anlage von Eisenbahnen beträchtliche Steigungen, so viel es nur immer thunlich ist, gerne zu vermeiden suchen, und sollte dies zuweilen durch Umgehungen zu bewerkstelligen sein; jedoch hat solches seine bestimmten Grenzen, und man wird sich auch endlich zu bedeutenden Steigungen entschliessen, wenn die Terrain-Schwierigkeiten nicht anders besiegt werden können, und es sich um die nothwendige directe Verbindung wichtiger Verkehrspunkte handelt.

Gleichwohl ist nicht zu verkennen, dass die Transportkraft auf Steigungen gegen jene auf den Horizontalen kostspieliger zu stehen kommen wird, und zwar nach Maassgabe der Grösse der Steigungsverhältnisse, und nach der zu verfrachtenden Transportmasse. Unter gewissen Umständen können die Kosten für die Transportkraft auf Steigungen wohl bedeutend günstiger sich gestalten; es ist dies nämlich der Fall, wenn bei ungleich steilen Abdachungen die Verkehrsrichtung der Art ist, dass die voll belasteten Wagen auf der günstigeren Abdachung die Steigung und auf der entgegenge-

setzten Seite die Thalfahrt zurückzulegen haben, während für den leeren oder doch minder befrachteten Wagenpark, die ungünstigen Verhältnisse zu überwinden sind, ein Umstand, der bei manchen Kohlenbahnen zuzutreffen pflegt. Bei nachstehender Betrachtung soll jedoch der ungünstigere Fall angenommen sein, dass die Abdachung des Gebirgsrückens zu beiden Seiten gleich sei, wodurch ebenso die Unterscheidung von Zügen und Gegenzügen für die gegenwärtige Berechnung entfällt.

Es sei B das fortzuschaffende Bruttogewicht,

L das Gewicht der Locomotive,

$1:n$ das Steigungsverhältniss.

Z die Zugkraft, k der Widerstand der Krümmungen,

r der kleinste vorkommende Krümmungsradius,

so ist die Zugkraft auf der Steigung:

$$Z = (B + L) \left(\frac{1}{280} + \frac{1}{n} \right) + k$$

Ist der kleinste vorkommende Radius = 500', so ist der Widerstand k , welchen der Zug blos allein durch die Krümmungen findet, sehr nahe gleich dem $1\frac{1}{2}$ fachen Widerstande, welchen der Zug auf der horizontalen und geradlinigen Bahn hervorbringt.

Daher:

$$Z = (B + L) \left(\frac{1}{280} + \frac{1}{n} + \frac{1,5}{280} \right) = (B + L) \left(\frac{2,5}{280} + \frac{1}{n} \right) = (B + L) \left(\frac{1}{112} + \frac{1}{n} \right)$$

Es sei die über die Steigung zu befördernde Last $B = 2500$ Ct. das Gewicht der Locomotive $L = 900$ Ct. also:

Es sei ferner das Steigungsverhältniss:

$$1:n = 1:50$$

so ist:

$$Z = 3400 \left(\frac{1}{112} + \frac{1}{50} \right)$$

oder:

$$Z = 3400 \times 0,02892 = 98,328 \text{ Ct.}$$

Für das Fahren des Zuges am Gefälle ist die Zugkraft:

$$Z = (B + L) \left(\frac{1}{112} - \frac{1}{50} \right);$$

oder durch Substitution der Werthe von B und L ist:

$$Z = 3400 (0,00892 - 0,02) = - 3400 \times 0,01108 = - 34,67 \text{ Ct.,}$$

d. h. wegen vorherrschenden Einflusses der relativen Schwere des Zuges fällt die Zugkraft negativ aus, muss daher durch Bremsen zerstört werden.

Auf horizontaler Bahn ist $\frac{1}{n} = 0$, daher das fortzuschaffende Bruttogewicht unter sonst gleicher Zugkraft:

$$B = Z \times 112 - \frac{L}{112}$$

oder, für Z seinen Werth gesetzt, $B = 11004,7$ Ct.

Während daher unter Annahme derselben Zugkraft, auf der Steigung $\frac{1}{50}$ nur 2500 Ctr. Brutto befördert werden können, ist derselbe Motor im Stande, auf der Horizontalen 11004,7 Ct. Bruttogewicht zu befördern, wobei die Krümmungswiderstände als einander gleich vorausgesetzt werden.

*) Ich pflege mich so auszudrücken: Von der vorhandenen „inneren Bewegungsarbeit“ (d. i. Wärme) W wird nur der Antheil W_2 in „äussere Verschiebungsarbeit“ (mechanische Arbeit) umgesetzt. Unter „äusserer Bewegungsarbeit“ verstehe ich die vormalige „lebendige Kraft,“ und unter „innerer Verschiebungsarbeit“ die Deformierungsarbeit.

Ein Güterzug, der daher am Fusse der Steigung mit obigem, für die Horizontale bemessenen Bruttogewicht ankäme, hätte sich behufs Transport über die Steigung mindestens in 4 Theile zu zergliedern.

Um in Beziehung der Grösse des Kraftaufwandes auf Steigungen, bei gegebenen Frachtenquantitäten, gleich à priori bestimmen zu können, innerhalb welcher Grenzen eine horizontale Bahntrace geeignet wäre, diese obige Steigungslinie zu repräsentiren, so soll die Letztere auf ihre virtuelle Länge zurückgeführt werden, das ist die Länge jener horizontalen geradlinigen Bahn, welche in Beziehung auf Kraftaufwand der Steigungslinie substituiert werden kann.

Es sei B das fortzuschaffende Bruttogewicht in englischen Tonnen, l die gemessene Distanz.

a der Widerstand auf horizontaler Bahn und per Tonne = 8 Pf., so ist der gesammte Widerstand oder die mechanische Arbeit $K = Bl \left(a + \frac{1}{n} \right)$; oder dieser Gesamtkraftaufwand in englischen Pfunden ausgedrückt:

$$K = Bla \left(1 + 2240 \frac{1}{8n} \right) = Bla \left(1 + \frac{280}{n} \right).$$

Für eine Steigung von $\frac{1}{n} = \frac{1}{280}$ wäre obiger Ausdruck = $2 Bla$, d. h., der Gesamtwiderstand wäre gleich dem auf einer horizontalen und geradlinigen Bahn von doppelter Länge.

Die virtuelle Länge in Beziehung auf Steigungen wird daher repräsentirt durch den Ausdruck $l \left(1 + \frac{280}{n} \right)$

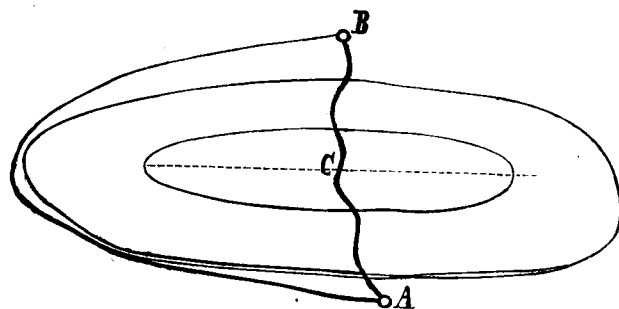
In Beziehung auf Krümmungen sei die Grösse der kleinsten vorkommenden Radien $r = 500'$, ferner die Länge eines jeweiligen Bogens in Graden des Kreises ausgedrückt = g° und der Widerstand k wie früher = $1,5 a$, nämlich = dem $1\frac{1}{2}$ -fachen Widerstand, welchen der Zug auf horizontaler und geradliniger Bahn zur Ueberwindung seiner Reibungswiderstände darbietet; nimmt man ferner an, dass die Krümmungswiderstände den Krümmungshalbmessern umgekehrt proportional sind, so wird die mechanische Arbeit hervorgerufen durch den Widerstand der Krümmungen ausgedrückt durch $\frac{g^\circ \cdot 2\pi \cdot 500}{360} \cdot k$, und für einen ganzen Umkreis, also für $g = 360^\circ$, ist der Widerstand $2\pi \cdot 500 \cdot k$.

Wäre $r = 250'$, so wäre der Widerstands-Coefficient k der doppelte, also $2\pi \cdot 250 \cdot 2 \cdot k$ und allgemein ist $r = h$, so ist der Widerstand = $2\pi \cdot h \cdot \frac{500}{h} \cdot k$, d. h., für alle Krümmungen, deren Gesamtgrösse in Graden des Kreises ausgedrückt, einen ganzen Umkreis ausmacht, ist der Widerstand gleich, so dass, wenn z die von den Krümmungen einer Bahnlinie gebildete Anzahl Kreise bezeichnet, der Widerstand ausgedrückt wird durch $2\pi \cdot 500' \cdot k \cdot z$ und da $k = 1,5 a$ und $\pi = 3,141$ gesetzt werden kann, so ist durch Substitution dieser Werthe der Widerstand = $4712,25 \cdot a \cdot z$ in Fusspfund und die virtuelle Länge in Beziehung auf Krümmungen ist daher = $4712,25' \cdot z$.

Die gesammte virtuelle Länge einer Bahnlinie mit ihren Steigungen und Krümmungen wird daher ausgedrückt durch:

$$L = l \left(1 + \frac{280}{n} \right) + 4712,25 \cdot z$$

Wäre daher beispielsweise $l = 72000'$ und $Z = 10,2$ Umkreise und $n = 50$, so ist $L = 72000 (1 + 5,6) + 48064'$ oder mit genügender Genauigkeit: $L = 19,8 + 2 = 21,8$ Meilen.



Wir wollen nun beispielsweise, um auf die Transportkosten überzugehen, den Fall annehmen, es wäre die Uebersetzung einer Wasserscheide zu bewerkstelligen; die gemessene Distanz vom Fusspunkt zum Scheitel sei = 3 Meilen und die Gefällstrecke ebenfalls wieder 3 Meilen, die Uebersetzungsbahnlinie demnach = 6 Meilen, und denken wir uns gleichzeitig, es wäre eine Umgehungsbahn von 22 Meilen Länge möglich, und dieselbe sei als horizontal anzunehmen, so wollen wir die Frage aufstellen, wie verhalten sich die Kosten für Transportkraft per Jahr und Bahnmeile, wenn wir einen täglichen Güterverkehr von 6 Lastzügen und einen Personenverkehr von 4 Zügen nach jeder Richtung zur Grundlage annehmen, welches einem täglichen Gesamtverkehr von 20 Zügen entspricht.

Nach den gemachten Erfahrungen stellen sich die durchschnittlichen Kosten pro Fahrtmeile für die Transportkraft folgendermassen zusammen:

Brennstoff pro Fahrtmeile	1,3 fl.
Reparatur- und Abnutzungskosten der Locomotive	
pro Fahrtmeile	1,2 „
„ „ „ des Tenders pro	
Fahrtmeile	0,3 „
Maschinen-, Bedienungs- und Wasserhaltungskosten	
pro Fahrtmeile	0,35 „
Gehalte und Meilengelder der Maschinenführer, Heizer und Bremser	0,80 „
Schmier- und Putzmaterialie für die Locomotive pro	
Fahrtmeile	0,13 fl.
Summa der Transportkraftkosten pro Fahrtmeile	4,08 fl.

Die Anzahl der täglich den obigen Verkehrsverhältnissen entsprechenden Fahrtmeilen ist auf der 22 Meilen langen horizontalen = $22 \times 20 = 440$ und die Transportkraftkosten $440 \times 4,08 = 1795,2$ und per Jahr $1795,2 \times 365 = 655248$ fl. (I)

Diese obigen Einheitspreise pro Fahrtmeile sollen auch für die Steigung Geltung haben, mit Ausnahme der Abnutzungs- und Reparaturkosten für den Tender, welche Kosten wegen fortlaufend gebremstem Tender bei der Thalfahrt, mindestens pro Fahrtmeile das dreifache gegen die Horizontale betragen. Dies ergibt daher pro Fahrtmeile auf der Steigung an Kosten der Transportkraft 4,68. Es muss jedoch jeder Lastzug in 4 Theile zergliedert werden, indem wir doch annehmen müssen, dass die Züge auf der Horizontalen, der vollen Leistungsfähigkeit der Maschinen entsprechend, zusammengestellt wer-

den, also mit circa 10 bis 11000 Ct. am Fusse der Steigung anlangen. Bei den Personenzügen soll die Zertheilung jedes Zuges nur in 2 Hälften angenommen werden, oder nach Umständen durch Vorstellen einer Hilfsmaschine, sobald, wie angenommen wird, das Bruttogewicht auch dieser Züge über 2500 Ctr. beträgt, oder doch die ungünstigen Witterungsverhältnisse im grösseren Theile des Jahres die vermehrte Zugkraft bedingen.

Es stellen sich daher die Transportkraftkosten über die Steigung zur Förderung der gleichen Gewichtsmenge wie folgt zusammen:

per Tag: $4,68 \times 4 \times 6 \times 12 = 1347,84$ fl.

und per Jahr. = 491961,60 fl.

und für die Personenzüge:

$4,68 \times 2 \times 6 \times 8 = 449,28$ d. i. pr. J. 163987,20 fl.

Summe d. Transportkosten a. d. Steigung = 655948,80 fl. (II)

Die Vergleichung dieser beiden Resultate I und II zeigt also, dass die Jahres-Transportkosten nahezu ganz gleich sind, es sind daher die Transportkosten per Bahnmeile auf der Horizontalen $655248 : 22 = 29784$ fl. und auf der Steigung $\frac{655948}{6} = 109324$ oder die Kosten für Transportkraft per Bahnmeile, verhalten sich bei den Horizontalen zur angenommenen Steigung wie 1:3,67, oder auch in Beziehung auf Transportkraftkosten hält eine 22 Meilen lange horizontale Bahn, einer Uebersetzungsbahn von 6 Meilen Länge und $\frac{1}{30}$ Steigung das Gleichgewicht.

Dieses Resultat wird sich jedoch anders gestalten, wenn auf Bahnerhaltung, Bahnaufsicht und Abnutzungskosten der Fahrbetriebsmittel mit Rücksicht genommen wird, denn offenbar werden auf der längeren Linie diese Kosten sich viel höher summiren als auf der kürzeren Linie der Steigung.

Es werden jedoch auf der Steigung, in Folge der starken Schienenabnutzung durch die gleitende Reibung der gebremsten Räder auf den Schienen während der Thalfahrt so wie auch wegen des lebhafteren Verkehrs auf der Steigung, beziehungsweise der häufigeren nachtheilig einwirkenden Maschinenfahrten, um die gleiche Bruttolast zu befördern, die Erhaltungskosten pro Bahnmeile sich höher gestalten, desgleichen auch die Bahnaufsicht, denn es werden die Anzahl der Wächterposten und die optischen Signale vermöge der Krümmungsverhältnisse, und Angesichts eines lebhaften Verkehrs auch vermehrt werden müssen.

Was die Abnutzung des Wagenparks betrifft, so ergibt sich auf der längeren Linie wohl auch ein grösseres Resultat, es ist jedoch auch hier zu berücksichtigen, dass durch das Bremsen der Räder während der Thalfahrt die Abnutzung der Bandagen eine sehr beschleunigte sein wird, auch ist die Einwirkung der gebremsten Räder der Erhaltung der Tragfedern sehr nachtheilig; dass ferner bei ungünstigen Witterungsverhältnissen, wo der Reibungscoefficient oft auf $\frac{1}{10}$ bis auf $\frac{1}{12}$ herabsinkt, das Bremsen des Tenders allein nicht ausreicht, sondern factisch auch die Wagenbremsen in Gebrauch treten werden, ist selbstverständlich.

Um allen diesen Factoren Rechnung zu tragen, soll daher die, den angenommenen Verkehrsverhältnissen entspre-

chende, auf die Bahnmeile der Horizontalen sich ergebende Ziffer, bezüglich der Bahnerhaltung, Bahnaufsicht und Reparaturkosten des Wagenparks, für eine Bahnmeile auf der Steigung verdoppelt, und sodann die sich so ergebenden Resultate gegen einander verglichen werden.

Es sei die Bahnerhaltung auf der Horizontalen pro Fahrtmeile, den Unter- und Oberbau für die currente Bahn in sich begreifend = 1,40; ferner die Bahnaufsicht, als Gehalte, Equipirung der Wächter und sonstige Bezüge derselben an Brennstoff, Beleuchtungsmateriale und die optischen Signale pro Fahrtmeile = 0,45.

Die Abnutzungs- und Reparaturkosten des Wagenparks im grossen Durchschnitte pro Fahrtmeile 1,00.

So ergeben sich auf der Horizontalen zusammen noch an Förderungskosten $(1,40 + 0,45 + 1,00) = 2,85$. Daher bei den angenommenen Verhältnissen von 160600 jährlichen Fahrtmeilen die Totalsumme von 457710 an Bahnerhaltungs-, Aufsichts- und Wagenreparaturkosten oder per Bahnmeile 20806.

Nimmt man dieses Resultat für eine Bahnmeile Steigung aus Anlass der angeführten Gründe für doppelt an, so ergibt sich folgende vergleichende Zusammenstellung:

Auf der Horizontalen; $l = 22$.	
Kosten der Transportkraft	655248 fl.
Kosten für Bahnerhaltung, Aufsicht und Wagenreparatur	457710 „
Summe	1112958 fl.

Auf der Steigung; $n = \frac{1}{30}$; und $l = 6$.	
Kosten der Transportkraft	655948 fl.
Kosten für Bahnerhaltung, Aufsicht und Wagenreparatur	249660 „
Summe	905608 fl.

oder die Förderungskosten (beziehungsweise der auf Distanzen Einfluss nehmenden Factoren) verhalten sich per Bahnmeile auf der Horizontalen zur Steigung wie: $\frac{1112958}{22} : \frac{905608}{6}$ oder wie 1 : 2,983, also nahe wie 1 : 3.

Es würde daher mit Rücksicht auch auf diese Verhältnisse eine 18 Meilen lange horizontale Bahn, einer 6 Meilen langen Uebersetzungsbahn, nahezu in Beziehung auf Förderungskosten das Gleichgewicht halten.

Julius Schwarz,
Ingenieur-Assistent.

Dampfkessel-Explosion in der Papierfabrik zu Czerlany bei Lemberg in Galizien.

Mitgetheilt von

Heinrich E. Gintl, Ingenieur.

(Mit Zeichnungen auf Blatt H im Texte).

Vor den Schranken des Lemberger k. k. Landesgerichtes fand am 3. October die Schlussverhandlung anlässlich der am 25. Februar l. J. durch Fahrlässigkeit des Personals erfolgten Explosion eines Dampfkessels in der Papierfabrik zu Czerlany statt.

Die Papierfabrik in Czerlany, eines der industriellsten Etablissements Galiziens, gegenwärtig Eigenthum des Herrn Sigmund Ritter von Kotkowski, liefert jetzt fast ausschliesslich

den Bedarf an Schreibpapier für die k. k. Aemter in Ost-Galizien und an Packpapier für die k. k. Tabakfabrik in Winniki, welch' letzteres Herr Kotkowski mit vielem Erfolge aus dem Schilfrohr des nahen Grodecker Teiches erzeugt.

Die Dampfmaschine, Kessel, Holländer, Papier- und andere Hilfsmaschinen sind vorzügliche Erzeugnisse, theils in-, theils ausländischer Fabriken und zeugen einerseits nicht nur von dem höchst rationellen Betriebe dieses Etablissements, sondern liefern anderseits den Beweis, dass man auch in Galizien in dieser Richtung etwas Grosses zu Tage fördern kann, wenn man nur will.

Zu der nach der Explosion von dem k. k. Untersuchungsgerichte einberufenen Commission wurde der zwischenzeitig leider verblichene Ingenieur Jul. Offermann und der Gefertigte als sachverständige gerichtliche Zeugen beigezogen, und sei es mir daher vergönnt, diesen nicht uninteressanten Fall als einen kleinen Beitrag zur Geschichte der Kessel-Explosionen hier in diesen Blättern des Näheren zu besprechen.

A. Beschreibung des explodirten Kessels und Situierung desselben im Fabriksgebäude.

Der explodirte Kessel, aus der Fabrik des May-Escher in Leesdorf bei Wien, hatte die Bestimmung, die Hadern zu kochen und war in einem Anbaue des Hauptfabriksgebäudes derart situirt, dass er auf zwei gusseisernen Böcken etwa 4' über dem Fussboden erhöht ruhte. Diese Böcke standen auf einem solid untermauerten Roste.

Der Kochapparat selbst bestand aus zwei Kesseln, wovon der eine nach Bedarf in den andern mittelst Rollen auf Schienen hineingeschoben wurde.

Der innere Kessel, welcher dazu bestimmt war, Wasser und die Hadern aufzunehmen, war wie ein Sieb durchlöchert, und konnte durch einen an der Stirnwand angebrachten Mechanismus in eine rotirende Bewegung versetzt werden.

Der äussere Kessel, durch den Deckel verschlossen, war mit dem Innern durch Vernietung fest verbunden, und wurde dieser Deckel mittelst 21 Stück Schrauben von 1 1/4" Stärke, welche an der Peripherie des äusseren Kessels mittelst Charnier-Kloben befestigt waren, durch diese Verschraubung und unterlegte Hanfverpackung mit dem äusseren Kesselmantel gedichtet.

Auf dem äusseren Kessel des Kochapparates befinden sich folgende Oeffnungen:

- a. am oberen Theile (normale Stellung im Maschinenhause) eine für die Aufnahme des Sicherheitsventils, eine für die Zuleitung des Kalkwassers, eine für das reine Wasser, und endlich eine für den Manometer.
- b. Am unteren Theile waren zwei Oeffnungen, wovon die eine für das Dampfströmungsrohr aus dem Hauptdampfkessel und die andere zum Abflusse des unreinen Wassers bestimmt war.

Der äussere Deckel, welcher sich beim jedesmaligen Auschieben des inneren Kessels mitbewegte, war mit 66 Nieten von 9 Linien Durchmesser befestigt.

Die Dimensionen des äusseren explodirten Kessels sind folgende:

Blechdicke 5 Linien.

Innerer Durchmesser 5' 8".

Länge 8'.

Das kupferne Dampfzuleitungsrohr vom Hauptkessel in den Kochapparat hatte eine Länge von 30 Fuss und einen Durchmesser von 1 1/2", war oberirdisch geführt und zum Schutze gegen die Abkühlung mit Hanfseilen umhüllt. — An dem Gehäuse des Sicherheitsventils war ein Kupferrohr von 1 1/2" Durchmesser in solcher Weise angebracht, dass der aus dem Ventile bei höherer Dampfspannung entweichende Dampf sogleich ins Freie abgeleitet werden konnte und war dieses Rohr zu diesem Behufe durch die Stirnmauer des Anbaues geleitet.

Die Dimensionen des Ventils (Sicherheitsventils) sind aus der Skizze Blatt H. im T. zu entnehmen.

B. Wirkungen der Explosion und Lage des Kessels nach der Explosion.

Die Explosion erfolgte am 25. Februar 1864 um 5 Uhr 30 Minuten Morgens unter ausserordentlicher Detonation.

Der Kessel wurde nach Durchbrechung der Stirnmauer des Anbaues mit solcher Kraft in den Hofraum geschleudert, dass ein in dieser Richtung stehender Holzstoss (Brennholz) von 5 Klafter Länge und 2 Klafter Breite und ein hölzerner Abort umgestürzt wurde. — Der Kessel nahm unbehindert den Weg in derselben Richtung fort und stürzte, nachdem er noch den am Uferrande des nahen Mühlbaches stehenden 7' hohen Planken durchbrochen hatte, in den Mühlbach.

Der von dem Kessel auf diese Weise zurückgelegte Weg beträgt, in senkrechter Entfernung gemessen, 17 Klafter und ist die Lage des Kessels im Bache aus der Zeichnung zu entnehmen.

Der abgerissene Verschlussdeckel lag in kurzer Distanz von seinem Standorte und wurde der Kessel durch die rückwirkende Kraft in die vorerwähnte Entfernung geschleudert.

C. Beschädigungen, die bei dieser Explosion erfolgten.

a. An Gebäuden:

Die Stirnmauer des Anbaues von 4° Höhe, 3° Breite und 18" Dicke ist bis unter das Dach eingestürzt; die beiden Seitenmauern, bis in die Grundfesten erschüttert, drohen dem Einsturze.

Die Mauer d des Dampfmaschinenraumes ist ebenfalls sehr ins Mitleid gezogen und zeigt viele durchgehende Risse.

b. An Maschinen:

Von dem Hadernkoch-Apparate ist der innere durchlöcherter Kessel gänzlich zertrümmert.

Die Nieten des Deckels des äusseren Kessels sind alle bis auf 24 durchgerissen und zeigen deutlich von der ausserordentlichen Wirkung des Dampfes auf diesen Theil des Kessels selbst.

Der im Wasser liegende Kessel hatte ausser einer Beschädigung in der Stirnwand, welche jedoch erst beim Fortschleudern des Kessels durch Anprallen entstanden ist, keinen Schaden gelitten.

Dass dieses Loch, welches etwa 9 Zoll im Gevierte hat, durch äussere Einflüsse nach der Explosion entstanden ist, beweisen die Ränder dieser Oeffnung, welche nach Innen hineingedrückt sind, und scheint es ausser Zweifel zu sein, dass diese Oeffnung beim Anprallen des Kessels an die Pratze eines im Hofraum liegenden Dampfkessels erzeugt wurde.

Die Armatur des äusseren Kessels ist bis auf das Mannloch gänzlich herabgerissen worden.

Doch war es möglich, aus dem Schutte das Gehäuse des Sicherheits-Ventils, das Ventil selbst, den Hebel und das Belastungsgewicht, so wie Trümmer des Dampf-Ein- und Ausströmungsrohres, an welchen Gegenständen die obigen Abmessungen mit einiger Sicherheit vorgenommen werden konnten, aufzufinden. Das für den Betrieb dieses Kochapparates nothwendige Maschinenwerk wurde gänzlich zertrümmert.

c. An den Arbeitern:

Der Tagelöhner Hrebenko, welcher beim Schwungrade auf dem Punkte *a* stand, wurde derart am ganzen Körper verbrüht, dass er in Folge der Eiterung und Zerstörung des Hautgewebes nach drei Tagen starb, während ein zweiter Tagelöhner, der im Punkte *b* im ersten Stocke oberhalb des Hadernkessels in der sogenannten Leimküche beschäftigt war, in Folge des Sturzes eine schwere Verletzung durch Gehirnerschütterung erlitt, ohne jedoch gestorben zu sein.

Gehen wir nun zu dem constructiven Theile über, so finden wir:

a. Bezüglich der Abmessungen und Berechnung des Sicherheitsventils am Hadernkessel:

Der Durchmesser des Ventils beträgt 2" 10", welcher einer Kreisfläche von 6,3 □" entspricht.

Die Hebelübersetzung verhält sich wie 2:15 und das an dem Ende des Hebels angehängte Gewicht beträgt 12 Pfd.

Der effective Druck des Hebels und des Ventils auf den Ventilsitz beträgt 7 Pfd.

Nach der aus den vorstehenden Daten angenommenen Berechnung ergibt sich bei dieser Belastung ein Gegendruck von 15,39 Pfund auf einen Quadratzoll, bis sich das Ventil öffnet.

b. In Bezug auf den Hadernkoch-Apparat selbst:

Bei dem Durchmesser des Kessels von 5' 8" und seiner Blechdicke von 5 Linien ist nach den gesetzlichen Bestimmungen eine Dampfspannung von 3,28 Atmosphären, entsprechend 41,8 Pfund auf den Quadratzoll zulässig.

Diese Daten zusammengefasst ergeben, dass bei der angeführten Belastung des Ventils, entsprechend dem Drucke von 15,39 Pfd. auf den Quadratzoll, und bei der erlaubten Dampfspannung im Kessel von 41,8 Pfd. ein 2,65facher Dampfdruck zulässig, überhaupt noch ein weit grösserer Dampfdruck im Kessel nothwendig war, um denselben zum Zerreißen zu bringen. Es ist sonach sicher gestellt, dass bei regelmässiger Belastung des Ventils eine vollkommen ausreichende Sicherheit vorhanden war.

Die Construction und Ausführung des Kessels, sowie dessen Materiale ist tadellos und entsprechend befunden worden; es muss jedoch hiebei bemerkt werden, dass nach den Aussagen des Personals schon mehrmals vorher durch das rasche Öffnen des Einströmungsventils von dem Hauptkessel

in den Hadernkessel der übermässig hochgespannte Dampf mit solcher Vehemenz eindrang, dass derselbe sichtlich erschüttert wurde, wodurch jedenfalls die Vernietungen schon vor der Explosion wesentlich gelitten haben.

Aus diesem Umstande geht ferner unzweifelhaft hervor, dass die Dampfspannung im Hauptkessel in Folge der ungesetzlichen Belastung mit Ziegeln zwar mit Sicherheit nicht bestimmt werden kann, dass sie aber jedenfalls eine sehr bedeutende und viel höhere war, als eine solche, die dem Drucke von 5 Atmosphären, gleich 63,75 Pfd. per Quadratzoll, entspricht.

Sowohl aus den übereinstimmenden Aussagen des Fabriks-Directors David Loba, als des Maschinenwärters Adam Hauswirth geht ferner hervor, dass am Tage der Explosion das Dampfströmungsrohr aus dem Sicherheitsventil des Hadernkoch-Apparates mit einem Holzpfropfe, den man früher mit einem Lappen umhüllte, verkeilt wurde. Ferner ist constatirt, dass sowohl die Sicherheitsventile des Hauptdampfkessels, als auch jene des explodirten Kessels an den Hebelsarmen mit Ziegelstücken belastet wurden.

In Folge der Einströmung des Dampfes aus dem Hauptkessel in den Hadernkessel hat in beiden die gleiche Dampfspannung stattgefunden und konnte keine Dampfausströmung aus dem solchergestalt überspannten Kessel des Hadernkoch-Apparates stattfinden, weil nicht nur dessen Sicherheitsventil übermässig belastet, sondern auch, wie vorerwähnt, das Dampfausströmungsrohr oberhalb dem Sicherheitsventile mit einem Holzpfropfe verkeilt und somit ausser jeder Thätigkeit gebracht war.

Von diesen Vorgängen hatte der Fabriksdirector nach seiner eigenen Aussage volle Kenntniss.

Die Dampfspannung im Hadernkessel war daher, wie vorerwähnt, beim Hauptkessel zwar eine nicht bekannte, jedenfalls aber eine so übermässig grosse, dass ein Zerplatzen erfolgen musste, und hat dieses an jenem Theile des Kessels (dem Verschlussdeckel nämlich) stattgefunden, welcher durch die Schlize für die Einlegung der Schraubenverschlussbolzen am meisten verschwächt war.

Das Motiv, welches den Director dazu bestimmte, diese Vorschriftswidrigkeiten zu begehen, konnte leider nicht genau sichergestellt werden. — Die Angabe, die Dampfspannung im Hadernkessel durch einen solchen Vorgang zu erhöhen, klingt wohl zu primitiv, als dass man sie als einen Entschuldigungsgrund für einen Fabriksdirector überhaupt gelten lassen könnte.

Es scheint hier lediglich Unüberlegtheit und gänzliche Unkenntniss der Wirkungen des Dampfes im Allgemeinen als Grundursache angenommen werden zu müssen.

Schliesslich muss noch bemerkt werden, dass der Fabriksbesitzer Herr Kotkowski bei den sehr rationellen Einrichtungen seiner Fabrik alle Maassregeln in umfassender Weise getroffen hat, welche die persönliche Sicherheit der Arbeiter in jeder Richtung vollkommen wahren.

Nachdem also der Fabriksbesitzer solchergestalt durchaus keine Kosten gescheut, und einen technischen renommirten Fabriksdirector zur Leitung seiner Werke angestellt hat, konnte denselben keinerlei Verantwortung treffen und musste

dieselbe dem Fabriksdirector Loba um so mehr übertragen werden, als der Fabriksbesitzer zur Zeit dieser Explosion abwesend und der Director als dessen Stellvertreter aufgestellt war.

Das k. k. Landesgericht hat den Director Loba zu schwerem Arrest von 8 Monaten, den Maschinisten Hauswirth zu strengem Arrest von 4 Monaten, und den Gehilfen Schuh zu Arrest von 2 Monaten verurtheilt.

Schutz-Vorrichtung an den Thüren der Waggonen wider Beschädigung der Passagiere durch Einklemmen.

(Mit Zeichnung auf Blatt J. im T.)

In der Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen Nr. 26, vom 25. Juni 1864 ist eine vom Mechaniker H. A. Baumgärtel in Chemnitz angegebene Vorrichtung beschrieben, welche den Zweck hat, die beim plötzlichen Zumachen der Coupéthüren der Eisenbahn-Waggonen leider häufig vorkommenden Quetschungen der Finger der Passagiere zu verhüten.

Diese Vorrichtung erfüllt zwar ihren Zweck, sie ist jedoch ziemlich complicirt und kostspielig. Es muss namentlich bemerkt werden, dass sich diese Vorrichtung nur für gerade Kastenwände vollkommen anwenden lässt, während bei gebauchten Kastenwänden der untere Theil der Thüröffnung in mehr oder weniger grosser Höhe vom Schutze entfernt bleibt.

Auf den Linien der österreichischen Staats-Eisenbahn-Gesellschaft ist dagegen seit einigen Jahren an den Personen-Wagen eine von Herrn Ober-Inspector W. Bender angegebene sehr einfache und billige Vorrichtung angebracht, welche sich in der Praxis so bewährt hat, dass sie den Eisenbahn-Verwaltungen im Interesse des reisenden Publikums bestens empfohlen werden kann.

Dieselbe besteht, wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, in einem gegen die Thüröffnung um circa $1\frac{1}{2}$ Zoll vorspringenden Streifen aus starkem Leder, welchem ein etwa $\frac{1}{4}$ “ dicke Holzleiste unterlegt wird.

Beide sind mittelst Holzschrauben an der Innenseite des Wagens am Thürrahmen befestigt. — Auf diese Art ist es nicht möglich, dass unachtsame Hände in den Thüranschlag hineingreifen und dann beim Zuschlagen der Wagenthür gequetscht, sondern höchstens, wie die Skizze zeigt, gegen den biegsamen Lederstreifen leicht gedrückt werden könnten.

Der Lederstreifen wird, je nach der Ausstattung der Wagen-Classe, mit Tuch, Märoquinleder oder gar nicht überzogen, und dem entsprechend sind auch die Köpfe der Befestigungsschrauben aus Metall oder Eisen, so dass sich die Herstellungskosten per Thür der I. oder II. Classe auf 2 fl., und der III. Classe auf 1 fl. belaufen.

Bei dieser Gelegenheit soll auch noch auf die Stellung der inneren Klinke des Sicherheitsverschlusses der Coupé-Thüren aufmerksam gemacht werden. Wenn nämlich, wie diess bei den Wagen vieler deutschen Eisenbahnen der Fall — die Klinke so angebracht ist, dass sie horizontal über die Thüre hinausliegt, wenn der Verschluss „zu“ ist, und vertical steht, wenn er offen ist, so kann leicht der Fall eintreten, dass man

sich beim Oeffnen des Verschlusses von Innen an der Hand sehr beschädigt, wenn gleichzeitig der Conducteur von Aussen die Thüre rasch aufmacht; denn der Griff steht wegen des im Thürrahmen eingelassenen Schlosses zu nahe am Rand, so dass die ihn fassende Hand beim Oeffnen der Thüre an der Anschlagleiste gestreift wird.

Es ist daher besser, die Stellung der Klinke so einzurichten, dass sie nach abwärts steht, wenn der Verschluss zu ist, und gegen die Coupémitte zu horizontal steht, wenn er offen ist, weil auf diese Weise eine Verletzung der Hand nicht mehr vorkommen kann.

Max. Schmid, Ingenieur.

Entgegnung auf „einige Bemerkungen über die eisernen Oberbausysteme“

im III. und IV. Heft, Jahrgang 1864, der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins.

Man kommt sich wie ein zweiter Don Quixote vor, der gegen Windmühlen kämpft, wenn man bei der Besprechung eines Neuerungs-vorschlags in einem Aufsatz sich abmüht, alle nur denkbar möglichen Einwendungen, die etwa von wirklichen oder vermeintlichen Erfahrungsmännern erhoben werden könnten, herauszugrübeln, um sie gleich im Vorhinein widerlegen zu können.

Weil das für Verfasser und Leser gleich unangenehm und ermüdend ist, haben wir seiner Zeit bei Besprechung unseres Vorschlags „eines neuen Eisenbahn-Oberbausystems ohne Holz“ uns möglichst von jedem Windmühlenkampfe ferne gehalten, und nur diejenigen Fragen in die Besprechung gezogen, welche jederzeit vor dem Forum der Vernunft gewürdigt werden müssen, um den Werth der Neuerung daraus entnehmen zu können.

Wir haben die grosse Genugthuung erlebt, dass uns bisher an öffentlichem Orte, in Zeitschriften und Büchern nur Anerkennendes entgegengetragen wurde, wir waren nie in die Lage versetzt, Missverständenes widerlegen zu müssen, und wir wurden desshalb auch seither nie in die Versuchung geführt, eine ausführliche Apologie des neuen Systems zur Niederhaltung aller etwaigen Zweifel unserer ersten Besprechung folgen zu lassen.

Wenn nun aber solche Einwendungen gegen das neue System, die wir aus obigem Grunde nicht selbst schon in die Besprechung gezogen hatten, in lebhafter Gestalt uns entgegenreten, wenn sie nicht mehr als Fictionen mit Hilfe der Phantasie vor unser Auge geführt werden, sondern als die ernsthaften Zweifel eines „erfahrenen Fachmannes“ gedruckt vor uns stehen, so ändert sich die Sachlage, und die Autoren können, ohne Gefahr der Don-Quixoterie, ja sie müssen in den Kampf eintreten, und dürfen den Verfasser der Einwendungen für die Provocirung einer nicht arbiträren weitläufigen Discussion sogar dankbar sein.

Unter der grossen, sich passiv verhaltenden Masse von Eisenbahntechnikern müssen ja doch noch viele Zweifler sein, denn der Anerkennung der technischen Welt in Wort und Schrift ist die Anerkennung der That noch nicht, wenigstens nicht im Mutterland der Neuerung, in Oesterreich

selbst *), gefolgt. D'rum nur heraus mit den Zweifeln, besser sie kommen, als von ihnen todtgeschwiegen zu werden!

Der Verfasser der „Bemerkungen über die eisernen Oberbausysteme“ beginnt, da er vor Allem das Eisenmaterial als Hauptunterscheidungszeichen des neuen Systems gegen die dermaligen Querschwellensysteme ansieht, mit Erwähnung der Erfolglosigkeit der bisherigen Bemühungen auf diesem Gebiet, indem er den bekannten Oberbau der egyptischen Eisenbahn, Stuhlschienen auf gusseisernen Glocken, citirt, und an demselben Folgendes tadelt: „Die Bahn hat eine unsichere Lage und erzeugt Seitenschwankungen“. Er übergeht auf die Barlowschiene, lässt übrigens Natur und Geschichte unberührt und vermisst nur, trotz seiner eigenen Constatirung ihrer mehrfachen Anwendung — „umfassendere Versuche“.

Nach solcher Erwähnung beider gelangt der Herr Verfasser zu den neuen Vorschlägen. **)

Sollte die kurze, absprechende Kritik des egyptischen Oberbaues bei dem Herrn Verfasser maassgebend gewesen sein für die Beurtheilung des neuen Oberbaues? Sollten zwei im Grundprincip so wesentlich verschiedene Systeme einen maassgebenden Schluss von dem einen auf das andere zulassen? Man hüte sich doch, Material und System mit einander zu verwechseln!

Damit, dass an Stelle der hölzernen Querschwelle zwei Steinwürfel, oder zwei gusseiserne Kugelkappen, unter Beifügung eines Querverbindungsseisens, gesetzt werden, ist an dem Querschwellen-Oberbau systematisch Nichts geändert. Es ist dieselbe Schiene, dieselbe Unterstützung dieser Schiene in Intervallen, welche freitragend von dieser überbrückt werden müssen. Eine Modification ist nur eingetreten in dem Material und der Form dieser distancirten Unterstütkungskörper. Die Masse der letzteren vertheilt sich in gleichmässiger Breite unter beiden Schienen eines Geleises hindurch bei der Querschwelle; sie ist unter der eigentlichen Druckstelle, d. i. unter der Schiene concentrirt, oder besser: gruppirt bei der egyptischen und der Steinwürfelbahn. Der Zusammenhang querüber ist auch bei letzteren in der nöthigen Stärke gegen Geleiserweiterung vorhanden.

In Egypten hat also eine Materialänderung, aber keine Systemänderung stattgefunden, und wenn jetzt irgendwo eine Systemänderung vorgenommen wird, und zufällig — und wohlgemerkt nicht einmal ein gleiches — nur ein ähnliches Material dabei verwendet wird, wie dort in Egypten, so berechtigt der letztere Nebenumstand noch lange nicht zu Schlüssen von dem egyptischen Oberbau auf den neuen.

Dass der egyptische Oberbau Seitenschwankungen erzeugt und solchen unterworfen ist, kann man nur natürlich finden. Die gute alte Bekannte, die Stuhlschiene, hat kein solches Profil, das ihr Steifigkeit in seitlicher Richtung verleihen würde, nicht einmal die doppelbirnige Spezies derselben. Auf 3' freier Distanz biegt sie sich aus unter irgend welchen stär-

keren seitlichen Einwirkungen, wie solche namentlich dort hervorgerufen werden, wo auch der Tragquerschnitt in vertikalem Sinn für die freie Distanz von Stuhl zu Stuhl unzureichend ist, und in Folge dessen die Vehikel in unruhigen hüpfenden Gang gerathen.

Das ist ja der grosse Vorzug der breitbasigen oder Vignoleschienen vor den hochkantigen oder Stuhlschienen, dass sie einer ihrer Bestimmung als Brückenträger besser entsprechenden Querschnitt haben, der sie in verticaler und seitlicher Hinsicht steifer macht. Der Constructeur der Vignoleschiene hat seine Aufgabe mit Genie gelöst, das muss jederzeit anerkannt werden, auch dann noch, wenn man vielleicht später längst den Standpunkt der Trägerschiene überwunden haben wird. Diesem Constructeur darf man aber auch zuvertrauen, dass er seiner Schiene den breiten Fuss nicht deswegen gegeben hat, um ihr an Stelle der Stühlchen genügende Lagerung auf der Schwellenunterlage zu verschaffen, sondern ausschliesslich deshalb, um ihr den steifen Trägerquerschnitt dadurch zu geben, steif in verticaler und seitlicher Richtung. Er hat das erreicht, so weit und so vollständig, als es der Natur der Sache nach erreicht werden konnte, und hat als Nebenproduct jene unendlich einfache Auflagerungs- und Befestigungsweise der Schiene auf den Schwellen aufgenommen, die den praktischen Eisenbahn-Ingenieur mit so zäher Liebe dem Vignoleschienensystem zugethan sein lässt.

Wenn nun schon der breite Fuss der Vignoleschiene die nöthige Steifigkeit in seitlicher Richtung hergestellt hat, welche die hochkantige Stuhlschiene in Europa wie in Egypten vermissen liess, wie viel mehr muss für die seitliche Steifigkeit gewonnen sein, wenn man eine Schiene mit 1' breiten Fussflanschen anwendet! Der breiteste Vignoleschienenfuss ist $\frac{1}{4}$, die lichte Auflage- und Befestigungsdistanz ist $2\frac{1}{2}$, das Verhältniss der Fussbreite zur lichten Befestigungsdistanz ist daher nicht ganz $\frac{1}{8}$, im Mittel $\frac{1}{9}$, und genügt gegen Seitenbiegung. Bei 1' Breitenausdehnung der Schiene kann also die Fixirung durch Querverbindungen auf 8' distancirt werden und man ist in Bezug auf die Steifigkeit der Schiene gegen seitliche Ausbiegung immer noch im Vorrang, selbst gegen das Vignoleschienensystem, wie viel mehr gegen die egyptischen hochkantigen Stuhlschienen! Dazu kommt aber ja noch das Eingebettetsein in Schotter, bei sattelartiger Auflagerung der neuen Schiene auf demselben. Wie hinkt also der Vergleich des neuen Oberbausystems mit dem egyptischen Oberbau auf gusseisernen Glocken. Weil hier wie dort kein Holz verwendet ist, will auf eine continuirlich eingebettete, Einen Schuh breite Schiene die leidige Erfahrung angewendet werden, welche man mit den hochkantigen Stuhlschienen gemacht hat, diesen schwachtragenden, seitlich biegsamen, längst überwundenen Dingerchen, die man in Norddeutschland recht artig „Stühlchenschienen“ nennt, die aber bezeichnender „Stuhlschienen“ genannt werden sollten!

Es mag hieran gleich angereicht werden, dass Eine Thatsache sich bereits zur allgemeinen Ueberzeugung Bahn gebrochen hat, diejenige, dass die Schienen einmal vor allen Dingen ein gewisses respectables Eigengewicht haben müssen. Nicht die rationelle Profilirung der Schiene als Träger ist es allein, die ein ruhigeres Fahren ermöglicht und der Schiene

*) In Deutschland ist, ausser einem Versuch in Braunschweig, gegenwärtig eine Strecke des neuen Oberbaues im Bau.

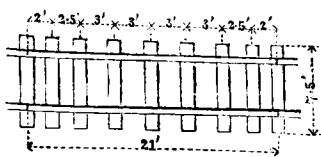
**) Nebenbei bemerkt, harmoniren alle diese neueren Vorschläge im Grundprincip mit dem ältesten derselben, dem im November 1861 in Oesterreich privilegirten der unterzeichneten Verfasser.

längere Dauer verspricht; nicht mit dem unvollkommenen Mittel der Stossüberbindung durch die Halslappen kann eine leichtere Schiene auch für die immer schwerer gewordenen Vehikel dauernd dienstbar gemacht werden; die Schiene muss entsprechend auch an Eigengewicht zunehmen. Es ist dasselbe wie beim Pflaster, je grösser und massiver die Pflastersteine, desto sanfter wird man fahren, desto weniger Reparatur wird das Pflaster erfordern. Die Masse ist es, die die Stosseinwirkungen am wirksamsten parirt. Man sehe den Ambos etc., erinnere sich der „vis inertiae“.

Wir müssen, da der Herr Verfasser der „Bemerkungen“ auch im Verlaufe wieder auf seine Erfahrungen mit Stuhlschienen zurückkommt, gleich von vornherein jeden Vergleich mit diesen als gänzlich unzulässig zurückweisen, da unsere Schiene nicht nur keine freitragende ist, wie jene, sondern eine continuirlich unterstützte Längsschiene, und auch namentlich eine ganz andere Masse repräsentirt, als die Stuhlschiene, nämlich 28—30 Pfund per Cub.' gegen 10—12 Pfd der letzteren, ein Umstand von grösster Bedeutung.

Nach dieser mehr allgemeinen einleitenden Entgegnung, die aber eben, als auf das scheinbar etwas chaotische Fundament der Anschauungen des Herrn Verfassers gerichtet, zur Klarstellung der Sachlage nothwendig erschien, folgen wir den einzeln aufgeführten Bedenken und Zweifeln. Da ist es nun zuerst die Tragfläche, welche der Herr Verfasser bei dem neuen Oberbausystem zu klein bemessen findet.

Wir könnten, da die von uns vorgeschlagene Basisbreite der neuen Schiene ohne irgend welche Rüttlung an dem aufgestellten System geändert, und je nach Bedarf noch breiter oder auch schmaler gemacht werden kann, darüber hinweggehen, und höchstens darauf aufmerksam machen, dass ja die verschiedenen Bahnen, wie sie verschiedene Schienenprofile haben, auch in der Anordnung, Zahl, Breiten- und Längendimension ihrer Querschwellen sehr variiren, dass es folglich unzulässig ist, unter den bestehenden Bahnen gerade diejenige zum Vergleich zu wählen, welche die breiteste Schwellenbasis hat. Wir könnten es also in's Belieben gestellt sein lassen, die Breitendimension der Fussflanschen zu bestimmen. Allein unrichtig ist der vom Herrn Verfasser aufgestellte Vergleich über die Tragfläche aus anderem Grunde und es lohnt sich, darauf aufmerksam zu machen.



Der Herr Verfasser nimmt eine 21' lange Vignoles- oder Stuhlschiene und rechnet die Gesamtbasis, welche den für diese Länge nach gewöhnlichem Princip

vertheilten 1' breiten Querschwellen entspricht; 8 Schwellen 7,5' lang, 1' breit geben allerdings 60 □'. Bekanntlich ist die Stuhl- oder Vignoleschiene auf dieser Maximallänge von 21' vollkommen abgegrenzt, ihr Körper endigt; eine Druckübertragungsfähigkeit, die dieser Körper besitzt, ist vollkommen abgeschnitten zugleich mit dem Körper selbst. Es ist also nöthig, am Schienenende eine aussergewöhnliche Vermehrung der Basis zu geben, wie sie unter dem Mitteltheil der Schiene nicht nothwendig ist, da eine Belastung des Schienenendes von dem Schienenkörper nur nach rückwärts, nicht nach beiden Seiten hin übertragen werden kann. Man rückt daher die Schwellen beim Stoss

näher zusammen, macht die Stossschwelle breiter, etc. Wäre die Schiene continuirlich, was sie bekanntlich durch die Halsüberbindung am Stosse keineswegs geworden ist, so wäre diese Vermehrung der Basis nirgends nothwendig; und wir hätten, auf 21' Schienenlänge einfach 7 Schwellen. Die Mittelschwellen sind gemeinhin 0,75' breit, 7'—8' lang. Rechnen wir 8' Länge, so haben wir also für einen Strang $4' \times 0,75' \times 7 = 21 \square'$, oder $42 \square'$ für 21 Cur.' des ganzen Geleises.

Wir waren so vernünftig, der Welt keine Verkleinerung der seitherigen Oberbaubasis vorzuschlagen, und haben gerade die dem Querschwellensystem gleichkommende gewählt, mit Ausscheidung nur derjenigen Zuthat, welche durch die getrennt sich aneinanderreihenden Schienen nothwendig geworden war, in Anbetracht dessen, dass unsere Schiene jene an der Vignoles- und Stuhlschiene vermisste Eigenschaft der Continuität besitzt. Wir haben bei 1' breiter Schiene pro Cur.' 1 □' Basis, bei 21 Cur.' also 21 □' oder 42 □' für beide Schienenstränge, somit vollkommen übereinstimmend, und wenn der Herr Verfasser die Breite aller Querschwellen je mit 1' bemisst, statt zwischen Stoss- und Zwischenschwellen zu unterscheiden, so mag er eine specielle Bahn im Auge haben, die ein Uebrigcs thut, und wirklich solche durchgehends 1' breite Schwellen besitzt, aber ebenso haben wir mehr als eine Vignoleschienenbahn vor Augen, welche bei 21pfündigen Schienen Stossschwellen von 1' Breite, und 3' von Axe zu Axe distanzirte Mittelschwellen von $\frac{3}{4}'$ Breite, bei 7'—8' Länge besitzen, und für lange Zeit hinaus ihre Schwellentiefen nach diesen Maassen eingeleitet haben.

Unsere flüssige Basis ist also vollkommen genügend und ganz dieselbe, wie beim Querschwellensystem. Wir brauchen nicht unser System, nur unsere Kostenberechnung zu ändern, wenn irgendwo trotzdem verlangt werden sollte, die Fussflanschen breiter als 1' zu gestalten. Wir erklären Solches aber, insbesondere auch im Hinblick auf die Erfahrung mit der etwas schmälern Barlowschiene für durchaus überflüssig, da letztere bezüglich ihrer Basisbreite, wie allgemein bekannt, vollständig genügt hat.

Nun führt der Herr Verfasser den ärgsten Feind jeder Schienenlage, sei es welche man immer wolle, in's Treffen, — die Nässe.

Diesen Feind anerkennt auch unsere Erfahrung, allein unsere Ansicht divergirt von der des Hrn. Verfassers darin, dass wir des bestimmten Glaubens sind, die Eisenbahn-Ingenieure werden durch diese allgemein erkannten Uebelstände, die namentlich bei hinzutretender Gefrierkälte für die Bahn höchst empfindlich werden, immer mehr darauf hingeführt werden, auf eine bessere Austrocknung, beziehungsweise Entwässerung des Oberbaubettes und Bahnkörpers zu speculiren, anstatt den Folgen eines nass und weich gewordenen Erdamms, — den unvermeidlichen Setzungen — durch vermehrte Schwellenbasis fruchtlos entgegenwirken zu wollen. Worin diese Entwässerung nach unserer Ansicht zu bestehen hätte, das behalten wir uns als nicht hieher gehörig vor, und bemerken nur, dass die neuerer Zeit fast allgemein eingeführte freie Auflagerung des Schotterbettes auf eine horizontal abgegliche Dammkrone zwar mehr Luftzutritt gestattet, und dadurch die Austrocknung des Schotters beför-

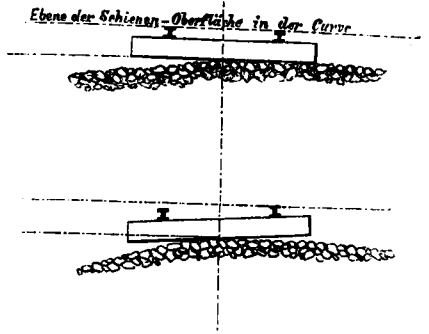
dert, aber dagegen die fast wichtigere Sorge der raschen Abziehung des eingedrungenen Wassers ganz vernachlässigt, daher nur die Schwellen, aber nicht den Bahnkörper selbst zu schützen vermag, die Setzungen namentlich also nicht behebt.

Vorderhand ist das erwähnte Uebel aber dem neuen und dem alten Oberbau gemeinschaftlich und müssen seine Folgen beim neuen wie beim alten Oberbau durch Nachrichten des Geleises, durch Nachstopfen etc. behoben werden. Wir müssen bei dieser Gelegenheit in Erinnerung bringen, dass unser Oberbausystem ganz auf das Unterstopfen, ganz auf die Möglichkeit der Regulirung durch Nachstopfung von Schotter construiert ist. Wir erkennen das Unterstopfen von Schotter als ein so praktisches Mittel hiefür an, dass wir, weit entfernt, davon abweichen zu wollen, unser System vielmehr grundsätzlich darauf basirt haben wollten.

Eine neue Bahn wird, unabhängig von der Gestalt des auf ihr liegenden Oberbausystems, in Beziehung auf Setzungen und Niveaustörungen sich unangenehmer erweisen, als eine alte Bahn; eine solche „mit hohen Dämmen und tiefen, nassem Einschnitten“ unangenehmer als eine solche „mit niedrigen Aufdämmungen und trockenem Material“; und besonders unangenehm wird für eine neue Bahn „ein erstes nasses Jahr“ ausfallen. Das ist Alles Binsenwahrheit. Aber leider bleibt die Wahl des Schienen- oder Oberbausystems ohne Entwässerungszuthaten ganz einflusslos auf diese Elementarverhältnisse.

Weiters findet der Herr Verfasser den Ersatz der Querschwellen, welche nicht nur Stützen, sondern auch — durch Vermittlung der Schienenennägel — eine Querverbindung sind, durch eiserne Verbindungsstücke nicht hinreichend, namentlich in Curven. Er sagt: „Die richtige Linie, Ueberhöhung und Geleisweite wird verloren gehen.“ Das ist bedenklich! Aber untersuchen wir die Sache! Wir haben schon Eingangs nachgewiesen, dass wir in Bezug auf die seitliche Steifigkeit der Schiene die Distanz unserer Querverbindungen in dasselbe Verhältniss gesetzt haben, wie es bei den Querschwellensystemen mit Vignoleschienen vorhanden ist; ja in ein günstigeres Verhältniss! Letzteres namentlich im Vergleich zur hochkantigen oder Stuhlschiene. Abgesehen davon, dass die geringere oder weitere Distanzierung der Querverbindungen auch wieder am System nichts ändert, haben wir weiters daran erinnert, dass zum Ueberfluss die Schiene selbst ihrer ganzen Länge nach, besonders von Aussen her, bis an den Kopf eingeschottert ist, dass sie sattelartig auf dem Schotter ruht, also gewiss schon ohne alle Querverbindung mehr Widerstand im Schotter findet, als die Querschwellensysteme, welche ausser der die Schwellen im Schotter festhaltenden Reibung nur mit den Kopfflächen der Schwellen seitlich an dem Schotter Widerstand finden. Sollte sich unter solchen Umständen die Linie nicht entschieden besser erhalten? Die Ueberhöhung aber beruht ja doch nur bei allen Oberbausystemen, neuen und alten, Quer- und Langschwellensystemen, darauf, dass die Schotterbettung unter dem einen Strang höher aufgeschüttet wird. Wäre diess nicht, wo bliebe die Ueberhöhung der Querschwellenschiene? In sich selber hat doch die Querschwelle die Fähigkeit nicht, sich in die Höhe zu richten? Man nehme den Schotter unter

dem überhöhten Ende der Schwelle weg, und sehe zu, ob Schwelle und Schiene in der Höhe bleiben. Wahrlich, die Querschwelle garantirt den Bestand der Ueberhöhung nicht! Weicht der Schotter, so weicht der darauffolgende Körper mit. Ist diess local bei einer einzigen Schwelle, so bleibt die Schwelle hohl liegend in der Höhe, gehalten durch die aufgenagelte Schiene.



Dehnt sich die Schottersenkung auf eine Mehrzahl von Schwellen aus, so wird die Steifheit der Schiene nicht mehr hinreichen, diese Mehrzahl von Schwellen in der Höhe zu erhalten, der Oberbaurost wird nachsinken. Dabei bewirkt sich eine Drehung und es kann kommen, dass weder die linke noch die rechte Seite der Schwelle mehr sicher im Lager ruht, sondern nur der Mitteltheil der Schwelle, die dann wacklich geworden ist.

Wir glauben hiemit einen grossen Vorzug der Längsschiene gegenüber der Querschwellenschiene angedeutet zu haben. Jede einseitige Damm- oder Schottersetzung wird wohl die Lage des Geleises beeinträchtigen, aber bei der Längsschiene bleibt wenigstens der eine Strang festgebetet, und nur der auf der gesunkenen Seite biegt sich unter der Last so weit ein, als die Steifheit der Schiene und die Grösse und Längenausdehnung der Senkung es zulassen. Bei grösserer Längenausdehnung der Senkung geht auch der unbelastete Schienenstrang, ohne seine Fühlung mit dem Lager zu verlieren, mit ein. Geleiserweiterung verhindert das Quereisen. Die ganze Gefahr für die Vehikel besteht dann in der Abweichung der beiden Schienen von der Horizontalen. Dort, bei dem Querschwellensystem, kann die Gefahr leichter unentdeckt bleiben, und die wacklich gewordenen Querschwellen können solche Schwankungen der Fahrzeuge herbeiführen, welche Entgleisung zur Folge haben.

Die Geleisweite sollte durch die in das Holz der Querschwelle eingetriebenen Nägel, mit welchen der Schienenfuss gehalten wird, besser garantirt sein, als durch die wohlverbundenen Quereisen der neuen Schiene? Wohl sitzt der Nagel fest im Holz, wenn letzteres noch gesund und kräftig ist; aber wie viel Sicherheit gegen ein Nachgeben der Holzfasern ist dann vorhanden, wenn der dünne Körper des Nagels einmal nur mehr von angefaultem Holz umgeben ist?

Wie anders das Quereisen unserer Schiene, dessen Verbindung nicht einmal auf einzelnen Bolzen oder Nieten allein beruht, sondern das noch spurartig unter die Dachfläche der Schienenflanschen eingreift, eine Verrückung geradezu unmöglich machend!

Wir können den H. Verfasser einladen, es graphisch zu untersuchen, ob unter irgend welchen Verkrümmungen des Quereisens, etwa in Folge einseitiger Dammsetzung, eine solche zu finden — das Nichtzerreißen des Quereisens natürlich vorausgesetzt — die Geleiserweiterung bis zu einem schädlichen

Maasse zuliesse. Er wird sich überzeugen, dass eine solche Geleiserweiterung geradezu zur Unmöglichkeit gemacht ist, was beim Holz gewiss nicht gesagt werden kann.

Die Legung des neuen Oberbaues in Curven erfordert einige Mehrmühe. Es ist bei der Ablängung der Einzeltheile der Schiene auf die verschiedene Länge des innern und äussern Strangs Rücksicht zu nehmen, da die Quereisen immer radial, d. i. normal zu beiden Schienensträngen liegen müssen. Die Quereisen selber werden in der Curve um das Maass der Spurerweiterung länger.

Die Krümmung eines einzelnen Schienentheils mittelst Walz- oder Hebelmaschiene dürfte von dem Herrn Verfasser als im Bereiche der Möglichkeit gelegen, zugegeben werden.

Was beim Legen an Accuratesse noch mangelt, wird beim Anziehen der Schrauben vollends ausgeglichen werden. Ueberdiess wird die Biegsamkeit eines meilenlangen gegliederten Eisenbandes von 1' Breite kaum in Abrede gestellt werden wollen, und dieselben Mittel, welche man gegenwärtig verwendet, um ausgefahrene Curvenstrecken wieder zu rectificiren, werden beim neuen Oberbau nicht nur zur späteren Rectificirung schon gelegter Curven dienen, sondern auch zur ursprünglichen Legung von Curven grösserer Radien.

Der Herr Verfasser sagt: „Hiebei ist die Einwirkung der hölzernen Querschwellen, da sie sich nicht ausdehnt und zusammenzieht, höchst vortheilhaft.“

Dieser Vortheil wird durch das Nachgeben der Nägel in ihren Löchern mindestens zum grossen Theil wieder aufgehoben, und beschränkt sich im Uebrigen darauf, dass bei dem Nachrichten des Geleises in horizontalem Sinn der Schlägel auf den Kopf der Schwelle applicirt werden kann, während bei der Längsschiene nur Hebel und Hülfpföcke zum Reguliren der horizontalen Lage des Geleises verwendet werden können.

Die absolute Festigkeit der Schwelle ist wohl durch das Quereisen zweifellos ersetzt, die rückwirkende Festigkeit, welche einer Formveränderung der Schienencurve bei etwa vorhandener unnatürlicher Spannung entgegen wirken soll, ist vielleicht in gleichem Grade in dem T förmigen Quereisen nicht vorhanden; was aber dafür noch etwa fehlt, ist ja reichlich ersetzt durch die Art der Einlagerung der Schiene im Schotter. Und der Schotter ist es doch schliesslich auch in diesem Falle wieder allein, der der Deformation der Geleiscurve Widerstand bieten muss. Warum sollte der eine Strang mehr Bestreben zeigen, sich zu deformiren, als der andere? Die Uebertragung dieser Bestrebung des einen Schienenstrangs auf den anderen mittelst der rückwirkenden Festigkeit der Schwelle dient also höchstens dazu, eine parallele Deformation beider Stränge, so wie durch die Zugübertragung, so auch durch die Druckübertragung zu garantiren, während die Deformation überhaupt damit nicht, sondern eben nur durch die Widerstände verhindert wird, welche die Einbettung des Oberbaues im Schotter bietet. Da wir nun die Bedingungen des Parallelismus bei der neuen Schiene durch ihre eigene Steifigkeit und durch das steifprofilirte Quereisen, namentlich aber durch den viel vollkommeneren Widerstand des Schotters gegen Vorrückung derselben, da wir folglich eine Garantie gegen Deformation überhaupt, nicht nur

die Sicherung des Parallelismus in der Deformation bereits nachgewiesen haben, so braucht nur mehr angedeutet zu werden, dass zu allem Ueberfluss in unserem System ein Mittel zur Verhinderung der Deformation der Curve gegeben ist, welches die Erhaltung der Curve sogar ganz unabhängig vom Schotter macht, und welches auf das System der hölzernen Querschwellen nicht eben so leicht anzuwenden ist.

Ueber die Quereisen weg, deren fixe Lage durch die Temperaturbewegungen der Schiene nicht in Mitleidenschaft gezogen wird, können, etwa bei scharfen Curven auf steilen Rampen, also da, wo die Gefahr einer Deformation der Geleiscurven am grössten ist, Diagonalkreuze aus Flacheisen vernietet werden. Abgesehen von einer ebenfalls zulässigen Näherstellung der Quereisen ist das eine so vollkommene Fixirung des Geleises unter den angegebenen Verhältnissen, dass man sie auf jeder Gebirgsbahn mit Vortheil anwenden wird.

Die Bedenken des Herrn Verfassers, welche sich auf die Wirkungen von Wärme und Kälte beziehen, führen uns entsetzliche Bilder vor Augen, da muss es „sich bäumen und dehnen“, muss „biegen und brechen“, wenn einmal nach einer frostigen Nacht das milde Bild der Sonne am Himmel erscheint, und die erstarrte Welt zu erwärmen beginnt.

Wir können dem Irrgang des Herrn Verfassers hier nicht in's Einzelne folgen, und müssen uns darauf beschränken, ihm zu seiner Beruhigung zu erklären, dass wir unsere Schienen so eingerichtet haben, dass es ganz einerlei ist, ob die Temperatur der „Oberschiene“ um 60° höher ist, als die der „Unterschiene“; einerlei also auch, ob diese „regungslos“ im gefrorenen Boden steckt, während die Oberschiene durch Wärme zum Leben erweckt, sich streckend und dehnend im Licht der Sonne sich badet, einerlei also auch, ob die Oberschiene von Stahl, die Unterschiene von gemeinem Eisen ist; einerlei, ob mit Bolzen oder Nieten verbunden wird, wenn nur letztere nach unserem Recept, mit Unterlegung eines Scheibchens unter den umzuhämmernenden Nietkopf in das längliche Loch geschlagen werden.

Wir haben nämlich die Einrichtung getroffen, dass jeder einzelne Theil unserer Schiene seine Maximaldilatation ganz für sich vornehmen kann, ohne irgendwie in einer Abhängigkeit von den andern sich zu befinden.

Dass zum Schlusse der „Bemerkungen“ noch einmal die gefrorene Nässe im Bahnkörper auf verschiedene Oberbausysteme mit verschiedenem Effect sich geltend machen darf, dass noch einmal die Schienenbrüche eines 10pfündigen freitragenden Stuhlschienchens als der unumstössliche Beweis für das unvermeidliche Bersten eines 28- bis 30pfündigen continuirlich aufruhenden Längsschiene herhalten dürfen, wäre eigentlich unverzeihlich, wenn nicht so manches Begütigende im Gefolge käme, wie z. B. die Anerkennung, dass man ein Heben des neuen Geleises nur mit ähnlicher Mühe bewerkstelligen könne, wie bei den combinirten Lang- und Querschwellen-Oberbau des Semmering, „da die schwere breite Schiene keine Biegsamkeit besitzt“, während es doch vorher geheissen hatte: „nachdem durch diese Einwirkung des Frostes dermalen schon Schienen bleibend gebogen wer-

den, so steht dieses bei denen des eisernen Oberbaues noch mehr zu befürchten“ und Aehnliches!

Die hierbei noch einmal besprochene „Erhaltung der Linie“ ist, wie gesagt, bei uns auf das Unterkramen basirt, und bewerkstelligt sich so einfach, wie beim Querschwellensystem, ob neue, ob alte Bahn. Nur wird das Kramen bei der neuen Schiene mit dem zunehmenden Alter der Bahn einmal ganz aufhören, da im Bette, des Oberbaues wegen, nichts mehr gerüttelt wird.

Zuletzt kommt die Rostfrage.

Ueberlassen wir diese, geehrter Herr Verfasser, der Zeit! Wenn Sie unsere Hoffnung, dass die im Betrieb befindlichen, befahrenen Schienen vom Rostfrass verschont bleiben werden, nicht theilen, so wollen Sie sich jedenfalls mit Geduld ausrüsten, denn gar so bald werden Sie das Durchfressen des Rostes bis zur Unbrauchbarkeit des Eisens nicht wahrnehmen können.

A. Köstlin.

A. Battig.

Die Brücke über die Schelde bei Audenarde.

Eisenbahnstrecke zwischen Hanau und Flandern.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 6 und 7.)

(Schluss von Seite 89.)

Temperaturveränderungen haben auf die gegenseitigen Reactionen des Bogens und Tragbalkens keinen Einfluss. — Man wird bemerkt haben, dass dem auf die Temperatur bezüglichen Ausdrucke bei Anwendung der Formel (2) nicht Rechnung getragen wurde; diess kommt daher, weil die horizontale Verlängerung, die durch die Temperatur bewirkt wird, augenscheinlich für den Bogen und den Tragbalken gleich ist, daher sie vernachlässigt werden kann. Dadurch ist auch der Beweis geliefert, dass bei einem Constructions-System, wie dem gegenwärtigen, nämlich einem mit seiner Sehne verbundenen Bogen, die Variationen der Temperatur auf den Werth der Reactionen ohne Einfluss bleiben, was bei einem Bogen, dessen Enden absolut unvariabel sind, nicht der Fall ist. Uebrigens lässt sich diess auch auf directe Art beweisen. Nehmen wir den Fall an, dass der Bogen sich nach einer Temperaturveränderung von seinem Tragbalken losgetrennt befände, so wird jeder seiner Theile eine Verkürzung oder Zusammenziehung erleiden, die der Spannung, der er früher ausgesetzt war, entspricht. Allein der Bogen wird nicht auf die Dimensionen zurückgeführt werden, die er vor der Temperaturveränderung hatte, sondern jede dieser Dimensionen wird nach dem Sinne der Temperaturveränderung eine Vergrößerung oder Verkleinerung erleiden; was klar beweist, dass die auf diese Art bewirkten Verlängerungen oder Verkürzungen von der Verbindung der beiden Theile, nämlich des Bogens und Tragbalkens, ganz unabhängig sind und auf ihre gegenseitigen Reactionen gar keinen Einfluss ausüben.

Ersetzt man nun in der Gleichung (D) die Grössen N und μ durch ihre Werthe in Function der bekannten Grössen, bedenkt man überdiess, dass eine horizontale Kraft F_x , projectirt auf die Tangente des mittleren Bogens in einem Punkte, dessen Coordinaten x und y sind, den Ausdruck $F_x \frac{dx}{ds}$ zum

Werthe hat, und dass die Projection einer verticalen Kraft F_y auf denselben Punkt der Tangente den Werth $F_y \frac{dy}{ds}$ hat, so erhält man, indem man die Gleichung in Bezug auf die Unbekannten M , T und S ordnet,

$$\left\{ \begin{aligned} & M \int_0^a \frac{1}{J} y ds + T \left(\int_0^a \frac{1}{J} (f - y) y ds - \int_0^a \frac{1}{\Omega} \frac{dx}{ds} dx - \frac{a}{\Omega'} \right) \\ & - S \left(\int_0^a \frac{1}{J} (a - x) y ds + \int_0^a \frac{1}{\Omega} \frac{dy}{ds} dx \right) \\ & + p \left(\frac{1}{2} \int_0^a \frac{1}{J} (a - x)^2 y ds + \int_0^a \frac{1}{\Omega} (a - x) \frac{dy}{ds} dx \right) = 0. \end{aligned} \right\} (D_1)$$

Die Substitution des Werthes S aus der Gleichung (B) in die Gleichungen (C) und (D₁) gibt:

$$M = \frac{1}{2} p a^2 - T f,$$

$$\begin{aligned} & M \int_0^a \frac{1}{J} y ds + T \left(\int_0^a \frac{1}{J} (f - y) y ds - \int_0^a \frac{1}{\Omega} \frac{dx}{ds} dx - \frac{a}{\Omega'} \right) \\ & + \left(\frac{1}{2} \int_0^a \frac{1}{J} (a^2 - x^2) y ds + \int_0^a \frac{1}{\Omega} x \frac{dy}{ds} dx \right) = 0. \end{aligned}$$

Eliminirt man aus diesen letzten zwei Gleichungen M , so kommt:

$$\begin{aligned} T \left(\int_0^a \frac{1}{J} y^2 ds + \int_0^a \frac{1}{\Omega} \frac{dx}{ds} dx + \frac{a}{\Omega'} \right) &= p \left(\frac{1}{2} \int_0^a \frac{1}{J} x^2 y ds \right. \\ &\quad \left. - \int_0^a \frac{1}{\Omega} x \frac{dy}{ds} dx \right), \end{aligned}$$

woraus man für den Werth der horizontalen Reaction erhält:

$$T = p \frac{\frac{1}{2} \int_0^a \frac{1}{J} x^2 y ds - \int_0^a \frac{1}{\Omega} x \frac{dy}{ds} dx}{\int_0^a \frac{1}{J} y^2 ds + \int_0^a \frac{1}{\Omega} \frac{dx}{ds} dx + \frac{a}{\Omega'}}$$

Somit sind die Werthe aller Unbekannten bestimmt.

Beschaffenheit der Mittellinie. — Um die Formel, welche den Werth von T gibt, anwenden zu können, wird die Kenntniss der Mittellinie erfordert, um die Grössen y , ds , dx , dy als Functionen etwa der Abscisse x bestimmen zu können.

Wir haben als Mittellinie den Kreisbogen angenommen, der durch die mittleren Punkte des Anlaufs und des Schlusses geht, der somit a^2 zur Sehne und f zur Pfeilhöhe hat.

Diese Linie weicht wenig von der Parabel ab, welche die Linie des Gleichgewichts in dem Falle ist, wo die Belastung die ganze Länge der Sehne in Anspruch nimmt; diese Curve bietet den Vortheil, dass sie zu sehr einfachen Rechnungen führt und sich mit grosser Leichtigkeit auf dem Reissboden, der zur Construction der Bögen dient, zeichnen lässt.

Da übrigens die Lage der Belastung variabel ist, so ist die Anwendung der Parabel als Gleichgewichtscurve von keiner Wichtigkeit. Wollte man eine Curve suchen, die, als Mittellinie angenommen, die Wirkung des Metalles auf ein Mini-

mum reduciren würde, indem man alle möglichen Lagen der Belastung berücksichtigte, so käme man in so complicirte Rechnungen, dass sie nicht ausführbar wären und überdiess keinen practischen Werth hätten.

Ausdruck der linearen Grössen durch die äquivalenten Winkelfunctionen.

Nennen wir:

r den Radius des Kreisbogens, der die mittlere Linie bildet;
 φ den Winkel, welchen der Radius des Bogenanlaufes mit der Axe Oy bildet;

α den Winkel, welchen der Radius mit derselben Achse bildet, der durch den Punct der Mittellinie geht, dessen Coordinaten x und y sind,

so erhalten wir folgende Relationen:

$$\alpha = r \sin \varphi, \quad x = r \sin \alpha, \quad y = r (1 - \cos \alpha), \quad s = r\alpha,$$

$$dx = r \cos \alpha d\alpha, \quad dy = r \sin \alpha d\alpha, \quad ds = r d\alpha,$$

$$\frac{dx}{ds} = \cos \alpha, \quad \frac{dy}{ds} = \sin \alpha.$$

Substituirt man diese Werthe in die oben für T angeführte Gleichung, so kommt

$$T = pr \frac{\int_0^\varphi \frac{1}{J} (1 - \cos \alpha) \sin \alpha^3 d\alpha - \int_0^\varphi \frac{1}{\Omega} \sin \alpha^2 \cos \alpha d\alpha}{r^2 \int_0^\varphi \frac{1}{J} (1 - \cos \alpha)^3 d\alpha + \int_0^\varphi \frac{1}{\Omega} \cos \alpha^3 d\alpha + \frac{1}{\Omega} \sin \varphi}.$$

Substitution constanter Werthe für die variablen Werthe der Grössen J und Ω . — Würde man im Vorhinein für jeden normalen Schnitt des Bogens die Werthe J und Ω kennen, so wären die bestimmten Integrale der vorhergehenden Formel berechenbar. Allein die Bestimmung der Grössen J und Ω für jeden Schnitt hängt eben von der Kenntniss aller äusseren Kräfte ab, die auf das System einwirken.

Wollte man vorläufig mit den vorhergehenden Relationen jene combiniren, welche J und Ω als Functionen dieser Kräfte geben, so käme man in analytische, nicht zu überwindende Schwierigkeiten. Wir haben daher zu der Methode Zuflucht genommen, welche bei Berechnung der geraden Balken mit mehreren Oeffnungen angewendet wird, d. h. wir haben vorläufig J und Ω als constant für die ganze Ausdehnung des Bogens vorausgesetzt, und haben mit einer vorläufigen Hypothese über den Werth dieser Grössen die approximativen Werthe von T und M bestimmt, die, einmal erhalten, zur Berechnung der Elemente der verschiedenen normalen Schnitte dienen. Nachdem diese Elemente einmal bestimmt waren, konnten wir mit ganz hinreichender Genauigkeit die unbekannten Reactionen berechnen, indem wir für J und Ω die Mittel der Werthe dieser Grössen im Schnitte am Schlusse und am Anlaufe annahmen, was darauf hinauskommt, diese Grössen bei der Berechnung der Integrale, in welche sie eingehen, als constant zu betrachten.

Von diesen neuen Werthen der Reactionen, welche von den wahren Werthen nur um eine für die Praxis ganz unmerkliche Grösse abweichen können, sind wir ausgegangen, die Werthe der verschiedenen normalen Schnitte zu bestimmen.

Berechnung der bestimmten Integrale in dem Ausdrucke von T . Mittelst der bekannten Regeln der Integralrechnung findet man, wie oben bemerkt, $\frac{1}{J}$ und $\frac{1}{\Omega}$ als constant betrachtend:

$$\int_0^\varphi \frac{1}{J} (1 - \cos \alpha) \sin \alpha^3 d\alpha = \frac{1}{J} \left(\frac{1}{2} (\varphi - \sin \varphi \cos \varphi) - \frac{1}{3} \sin \varphi^3 \right),$$

$$\int_0^\varphi \frac{1}{\Omega} \sin \alpha^2 \cos \alpha d\alpha = \frac{1}{3} \frac{1}{\Omega} \sin \varphi^3,$$

$$\int_0^\varphi \frac{1}{J} (1 - \cos \alpha)^3 d\alpha = \frac{1}{J} \left(\frac{3}{2} \varphi - 2 \sin \varphi + \frac{1}{2} \sin \varphi \cos \varphi \right),$$

$$\int_0^\varphi \frac{1}{\Omega} \cos \alpha^3 d\alpha = \frac{1}{2} \frac{1}{\Omega} (\varphi + \sin \varphi \cos \varphi).$$

Führt man die so eben bestimmten Werthe in den Ausdruck von T ein, so erhält man nach allen gemachten Reductionen:

$$T = 2pa \times \frac{\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \frac{\varphi}{\sin \varphi} - \frac{1}{2} \cos \varphi - \frac{1}{3} \sin \varphi^3 \right) - \frac{1}{\Omega} \frac{1}{r^2} \frac{1}{3} \sin \varphi^3}{3\varphi - 4 \sin \varphi + \sin \varphi \cos \varphi + \frac{1}{\Omega} \frac{1}{r^2} (\varphi + \sin \varphi \cos \varphi) + \frac{1}{\Omega} \frac{1}{r^2} 2 \sin \varphi}.$$

Bestimmung des Mittelpunctes der Pressungen im Schnitte des Bogenanlaufes. — Sind einmal die Werthe S , T u. M bekannt, so ist es leicht, die Lage des Mittelpunctes B der Pressungen in dem Schnitte des Anlaufes zu bestimmen. Es sei also z die Distanz dieses Punctes vom Schwerpunkte A des Schnittes, so hat man:

$$M = (T \cos \varphi + S \sin \varphi) z,$$

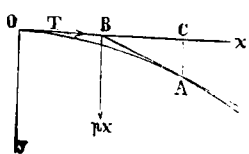
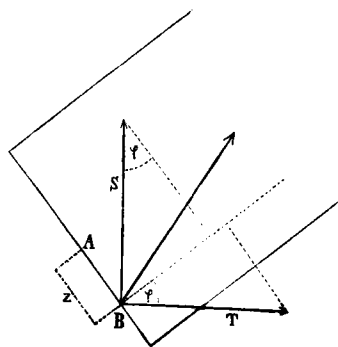
und hieraus:

$$z = \frac{M}{T \cos \varphi + S \sin \varphi}.$$

Da nun alle äusseren auf den Halbbogen einwirkenden Kräfte der Intensität und Richtung nach bekannt sind, ebenso auch ihre Angriffspuncte, so kann man, indem man sie nach den einfachsten Grundsätzen der Statik combinirt, die Werthe und Positionen der Kräfte, die in jedem Schnitte wirken, erhalten. Nach diesen Grundsätzen wollen wir nun die Gleichung der Pressurcurve bestimmen.

Gleichung der Pressurcurve. — Behalten wir die Achsen bei, auf welche wir bereits die auf den Bogen wirkenden Kräfte bezogen haben, und deren Anfang im Kreuzungspuncte der Mittellinie mit dem Schnitte am Schlusse liegt, welcher Punct unbedingt zur gesuchten Curve gehört.

Es sei A ein beliebiger Punct dieser Curve, x und y seine Coordinaten. Die Tangente in A trifft die Axe Ox , die mit der Richtung der in O wirkenden horizontalen Kraft coincidirt, in einem Puncte B , der in der Mitte von OC liegt, weil in diesem Puncte die Wirkung der Schwere



angebracht ist; und die drei Seiten des Dreieckes ABC sind proportional der Resultirenden der in A wirkenden Pressungen, der in O wirkenden horizontalen Kraft T und der vertikalen Kraft px . Man hat also

$$\frac{y}{\frac{1}{2}x} = \frac{px}{T}, \text{ woraus:}$$

$$y = \frac{1}{2} \frac{p}{T} x^2$$

als Gleichung der Pressungskurve folgt, welche, wie zu erwarten war, eine Parabel ist, die ihren Anfang in O hat.

Der Differential-Quotient $\frac{dy}{dx} = \frac{p}{T} x$ gibt die Tangente des Neigungswinkels i , welchen die Tangente im Punkte A mit der Axe Ox einschliesst.

Was die Reaction im Punkte A betrifft, so hat sie den Werth $\sqrt{T^2 + p^2 x^2}$. Projicirt man sie auf die Tangente der Mittellinie in dem Schnitte, dem der Punkt A angehört, so hat man die senkrecht auf den Querschnitt wirkende Kraft N . Die Projection auf die Normale im Punkte A gibt die abscherende Kraft F in demselben Querschnitte. Berücksichtigt man noch, dass $\frac{x}{\sqrt{r^2 - x^2}}$ die Tangente des Neigungswinkels ausdrückt, welchen das Element der Mittellinie, dessen Abscisse x ist, mit der Horizontalen einschliesst, so erhält man für die Normalpressung N und die abscherende Kraft F folgende Formeln:

$$N = T \frac{\sqrt{r^2 - x^2} + px^2}{r},$$

$$F = \frac{Tx - px \sqrt{r^2 - x^2}}{r}.$$

Endlich bildet das Product der Normalpressung in die Distanz des Mittelpunktes der Spannungen von dem Schwerpunkte der Schnittfläche das Biegemoment μ dieses Schnittes. Da diese Distanz gleich ist $[\sqrt{x^2 + (r - y)^2} - r]$, ein Ausdruck, in welchem x und y die Coordinaten des fraglichen Punktes der Biegungskurve sind, so hat man:

$$\mu = N [\sqrt{x^2 + (r - y)^2} - r].$$

Es ist nur noch darzustellen, wie man mit Hülfe dieser Elemente die Inanspruchnahme des Eisens berechnen kann.

Berechnung der Inanspruchnahme des Eisens in einem beliebigen Querschnitte. — Wir haben gesehen, dass für einen in der Entfernung v vom Schwerpunkte gelegenen Punkt man hat

$$R = \frac{v\mu}{J} - \frac{N}{\Omega}.$$

Das Moment μ ist positiv, wenn die Drehung, welche es hervorzubringen strebt, von der positiven Halbaxe der x gegen die positive Halbaxe der y gerichtet ist. Die Kraft N ist positiv, wenn sie im Sinne der positiven x wirkt; die Entfernung v ist positiv, wenn sie im Sinne der positiven y gezählt wird, d. h. wenn der fragliche Punkt der Schnittfläche unter dem Schwerpunkte derselben liegt. Daraus geht hervor, dass das Product $v\mu$ in derjenigen Hälfte der Schnittfläche, wo der Mittelpunkt der Spannungen liegt, immer entgegengesetztes Zeichen mit N hat; derart, dass das Maximum R' der Normalpressung, auf die Flächeneinheit bezogen, stets auf

den vom Schwerpunkte entferntesten Punkt ausgeübt wird, und dass, wenn man v' die Distanz der beiden Punkte nennt, man der absoluten Grösse nach bekommt

$$R' = \frac{v'\mu}{J} + \frac{N}{\Omega}.$$

Das Zeichen von N zeigt an, ob die Reaction ein Zug oder ein Druck ist. Man kann also in jedem Schnitte die am stärksten in Anspruch genommene Faser bestimmen, und somit ist das gestellte Problem vollkommen gelöst.

Hypothese, die sich über die Lage der Belastung füglich aufstellen lässt. — Das Studium der Stabilität eines Brückenbogens, der den Verkehr von Eisenbahnzügen vermitteln soll, ist nicht vollständig, wenn man nur die Kräfte in Betracht zieht, welche die verschiedenen Theile desselben, bei einer durch die ganze Spannweite gleichmässig vertheilten Belastung in Anspruch nehmen. Betrachtet man in der That einen beliebigen Bogenchnitt während der verschiedenen Positionen der Belastung, so ist es klar, dass dieser Schnitt sich successive in einer Reihe wesentlich verschiedener Gleichgewichtsbedingungen befinden wird. Das in seiner ganzen Ausdehnung in Betrachtung gezogene Problem besteht also darin, das Maximum der Inanspruchnahme zu untersuchen, welche, rücksichtlich der verschiedenen Positionen der Last, jeder Bogenquerschnitt auszuhalten haben wird. Allein es ist von keinem Nutzen, diese Aufgabe auf eine ganz allgemeine Weise zu lösen. Es genügt immer, nur eine kleine Anzahl specieller Positionen der beweglichen Last zu untersuchen; und selbst dann, wenn es sich um Bögen von bedeutenderer Oeffnung wie hier in diesem Falle handelt, genügt es, noch den besonderen Fall zu betrachten, wo die bewegliche Last nur die halbe Spannweite in Anspruch nimmt. In der That erreicht in diesem Falle die Neigung der Tangente der Curve im Scheitel ihr Maximum. Es wird gezeigt werden, dass sich in diesem Falle die Werthe der äusseren Reactionen aus jenen ableiten lassen, welche für den Fall einer gleichmässig über die ganze Oeffnung vertheilten Belastung gelten.

Berechnung der Kräfte für den Fall, wo die Belastung nur die halbe Spannweite einnimmt. — Die Coordinatenachsen seien die vorigen, T und S die horizontale und verticale Componente der Kraft, welche für den Fall, wo die Belastung über die ganze Spannweite gleichmässig vertheilt ist, den Bogen in einem der Verbindungsschnitte sollicitirt, M das correspondirende Kräftepaar, d. h. das Moment dieser Kraft in Bezug auf den Schwerpunkt des Verbindungsschnittes. Ferner seien T_1 , S_1 und M_1 dieselben Grössen für den Fall, wo die Belastung nur die halbe Spannweite in Anspruch nimmt, die an den benannten Schnitt anstösst, T_2 , S_2 , M_2 die Werthe für denselben Fall für den andern Verbindungsschnitt, der mit dem ersten symmetrisch ist. Endlich seien T' , S' , M' die Werthe der vorstehenden Grössen, wenn die Last sich auf das todte Gewicht reducirt, wo die Belastung Null ist.

Stellen wir uns vor, dass man das System der Kräfte, dem die Reactionen S_1 , T_1 , S_2 , T_2 und die Momente M_1 , M_2 entsprechen, symmetrisch macht, indem man diejenigen Reactionen durch symmetrische Kräfte vergrössert, denen diese

mangeln, so kommt man zum Systeme (S, T, M) . Ebenso, wenn man, anstatt jede nicht symmetrisch vorhandene Kraft zu verdoppeln, sie gänzlich unterdrückt, so gelangt man zum Systeme (S', T', M') . Uebergeht man vom dritten Systeme zum zweiten, so verwandeln sich die Grössen S', T', M' , welche dem Verbindungsschnitte der halben belasteten Spannweite entsprechen, und die Grössen S, T, M , die dem andern Schnitte entsprechen, beziehungsweise in S_1, T_1, M_1 und S_2, T_2, M_2 .

Da aus der Prüfung der Gleichgewichts- und der Elasticitätsgleichungen, die uns zur Bestimmung der unbekannten Reactionen dienen, hervorgeht, dass die Componenten dieser Reactionen nach zwei auf einander senkrechten Richtungen, und ihre Momente, auf bestimmte Punkte bezogen, Linearfunctionen ohne constantem Glied sind; so schliesst man daraus, dass dieselben Componenten und Momente sich bestimmen lassen, indem man die Summe der Werthe macht, die man erhalten würde, wenn man successive nur eine der Ursachen, die diese Werthe erzeugt, beibehielt und alle andern wegliesse.

Hieraus folgt, dass, wenn die Kräfte in Ermangelung symmetrischer Gegenkräfte allein wirkten, die Reactionen der Verbindungsquerschnitte und die correspondirenden Momente beziehungsweise durch die Differenzen

$S_1 - S', T_1 - T', M_1 - M', S_2 - S', T_2 + T', M_2 + M'$ ausgedrückt würden.

Lässt man statt der Kräfte, denen diese Grössen entsprechen, eine symmetrische Gruppe von Kräften wirken, nämlich diejenige, die man einführen müsste, um vom zweiten Systeme zum ersten überzugehen, so werden die Reactionen und Momente, die dem ersten Verbindungsquerschnitte entsprechen:

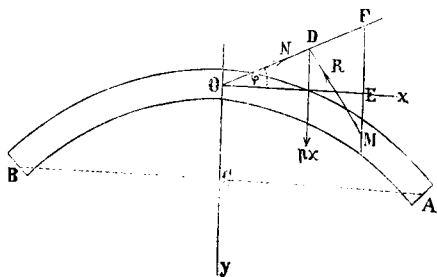
$$S - S_1, T - T_1, M - M_1,$$

$$S_1 = \frac{\left(\frac{T+T'}{2}f + \frac{1}{2}pa^2\right) [(S+S') \sin \varphi + (T+T') \cos \varphi] + (M+M') \frac{T+T'}{2} \cos \varphi}{a [(S+S') \sin \varphi + (T+T') \cos \varphi] - (M+M') \sin \varphi}.$$

Da nun der Werth von S_1 bekannt ist, so wird man auf leichte Weise die Werthe der Unbekannten S_2, M_1 und M_2 finden. Hat man auf diese Art alle äusseren Kräfte der Grösse und der Richtung nach bestimmt, so wird man die Inanspruchnahme der am stärksten beanspruchten Faser irgend eines Schnittes in der Weise berechnen können, wie in dem Falle einer auf die ganze Spannweite gleichmässig vertheilten Belastung.

Gleichungen der Biegungscurve für den Fall, wo nur die halbe Spannweite belastet ist.

Die Biegungscurve besteht im vorliegenden Falle aus zwei verschiedenen Parabeln angehörenden Bögen, die sich in der Mitte des Schlusses vereinen. Die Gleichungen dieser Bögen werden leicht nach den bereits angewendeten Methoden abgeleitet.



Werthe, die nothwendigerweise symmetrisch mit den Differenzen $S_2 - S', T_2 + T', M_2 + M'$ sind, welche dem zweiten Verbindungsschnitte im vorhergehenden Falle entsprechen.

Somit hat man die Relationen:

$$S - S_1 = S_2 - S',$$

$$T - T_1 = -T_2 - T',$$

$$M - M_1 = -M_2 - M',$$

und hieraus:

$$S + S' = S_1 + S_2, \quad (A')$$

$$T + T' = T_1 - T_2, \quad (B')$$

$$M + M' = M_1 - M_2. \quad (C')$$

Zu diesen drei Gleichungen kann man die drei folgenden hinzufügen, welche dann vollends die unbekannten Reactionen bestimmen.

$$T_1 = -T_2, \quad (A'')$$

$$M_1 + T_1 f - S_1 a + \frac{1}{2} p a^2 = 0, \quad (B'')$$

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{S_1 \sin \varphi T_1 + \cos \varphi}{-S_2 \sin \varphi + T_2 \cos \varphi}. \quad (C'')$$

Ersetzt man in der Gleichung (C'') , M_2 und S_2 durch ihre Werthe als Function von M_1 und S_1 aus den Gleichungen (A') und (C') , so erhält man:

$$\frac{M_1}{M_1 - (M + M')} = \frac{S_1 \sin \varphi + \frac{T + T'}{2} \cos \varphi}{[S_1 - (S + S')] \sin \varphi - \frac{T + T'}{2} \cos \varphi};$$

woraus nach Wegschaffung der Nenner folgt:

$$M_1 [(S + S') \sin \varphi + (T + T') \cos \varphi] - S_1 (M + M') \sin \varphi = (M + M') \frac{T + T'}{2} \cos \varphi.$$

Diese Gleichung mit der Gleichung (B'') combinirt, gibt den Werth für S_1 , nämlich:

Nehmen wir den Fall, dass die Belastung sich auf der halben Oeffnung AC befinde; p sei die totale auf dieser ganzen Länge gleichmässig vertheilte Belastung per Current-Meter, p' das auf der anderen Hälfte der Spannweite BC gleichmässig vertheilte todte Gewicht. Die von einer Bogenhälfte auf die andere wirkende Reaction N geht zufolge der angewendeten Constructionsmethode stets durch den Punkt O , die Mitte des Schlusses; allein diese Reaction wirkt nicht mehr horizontal und ihre Richtung macht einen gewissen Winkel α mit der Axe Ox . Betrachten wir einen beliebigen Punkt, der der Biegungscurve des Halbbogens OA angehört und dessen Coordinaten x und y seien. In diesem Punkte wirkt die Resultirende R derjenigen Kräfte, welche auf den Querschnitt, dem dieser Punkt angehört, einwirken, und der Theil OM des Bogens ist im Gleichgewichte unter der Wirkung der Kräfte N, R und px , deren Richtungen sich im Punkte D schneiden, welcher auf der Vertikalen liegt, welche die Horizontale OE in zwei gleiche Hälften theilt, und deren Intensitäten den Seiten des Dreiecks MDF proportionell sind.

$$\text{Man hat also: } \frac{MF}{FD} = \frac{px}{N}.$$

Demnach:

$$MF = EM + EF = y + x \operatorname{tg} \alpha \text{ und } FD = \frac{1}{2} \frac{x}{\cos \alpha}.$$

Substituirt man diese Werthe in die vorhergehende Gleichung, so findet man als Gleichung der Biegungscurve des Theiles OA

$$y = \frac{px^2}{2N \cos \alpha} - x \operatorname{tg} \alpha. \quad (1)$$

Auf dieselbe Weise findet man für den Theil OB

$$y = \frac{p'x^2}{2N \cos \alpha} - x \operatorname{tg} \alpha. \quad (2)$$

In jeder dieser Gleichungen hat man gleichzeitig

$$x = 0 \text{ und } y = 0.$$

Differenzirt man beide Gleichungen, so findet man aus beiden für $x = 0$:

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)_{x=0} = \operatorname{tg} \alpha, \quad \left(\frac{dy}{dx}\right)_{x=0} = \operatorname{tg} \alpha.$$

Somit besteht die Biegungscurve in diesem Falle aus zwei verschiedenen Parabeln angehörigen Bögen, die sich tangential im Punkte O vereinen und deren Axen vertical sind.

Was die Werthe von N und α betrifft, so sind diese gegeben durch die Relationen

$$N \cos \alpha = T_1 = -T_2,$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{pa - S_1}{T_1} = \frac{p'a - S_2}{T_2}.$$

Berechnung der Stabilität eines continuirlichen Bogens. — Untersuchen wir nun, welche Modificationen die aufgestellten Formeln erleiden müssen, wenn der ganze Bogen continuirlich und aus einem einzigen Stücke

$$\left(M \int_0^a ds + T \int_0^a (f - y) ds - S \int_0^a (a - x) ds + \frac{1}{2} p \int_0^a (a - x)^2 ds = 0\right). \quad (C_1)$$

Endlich wird die Gleichung (D) , indem man aus den Integralen die Grössen J und Ω , die, wie gezeigt wurde, als Constanten betrachtet werden müssen, wegschafft:

$$\frac{1}{J} \left[M \int_0^a y ds + T \int_0^a (f - y) y ds - S \int_0^a (a - x) y ds + \frac{1}{2} p \int_0^a (a - x)^2 y ds \right] - \frac{1}{\Omega} \left[T \int_0^a \frac{dx}{ds} dx + S \int_0^a \frac{dy}{ds} dx - p \int_0^a (a - x) \frac{dy}{ds} dx \right] - \frac{Ta}{\Omega'} = 0.$$

Ersetzen wir S in den Gleichungen (C_1) und (D_1) durch seinen Werth aus der Gleichung (B) , so erhalten wir nach allen Reductionen

$$M \int_0^a ds + T \int_0^a (f - y) ds - \frac{1}{2} p \int_0^a (a^2 - x^2) ds = 0,$$

$$M \frac{1}{J} \int_0^a y ds + T \left[\frac{1}{J} \int_0^a (f - y) y ds - \frac{1}{\Omega} \int_0^a \frac{dx}{ds} dx - \frac{a}{\Omega'} \right] - p \left[\frac{1}{2J} \int_0^a (a^2 - x^2) y ds + \frac{1}{\Omega} \int_0^a x \frac{dy}{ds} dx \right] = 0.$$

Substituiren wir jetzt in diese zwei Gleichungen für die Linearfunctionen die ihnen gleichkommenden Winkelfunctionen, so haben wir:

$$Mr \int_0^\varphi d\alpha + Tr^2 \int_0^\varphi (\cos \alpha - \cos \varphi) d\alpha - \frac{1}{2} pr^3 \int_0^\varphi (\sin \varphi^2 - \sin \alpha^2) d\alpha = 0,$$

$$Mr \frac{1}{J} \int_0^\varphi (1 - \cos \alpha) d\alpha + T \left[\frac{1}{J} r^2 \int_0^\varphi (\cos \alpha - \cos \varphi) (1 - \cos \alpha) d\alpha - \frac{1}{\Omega} \int_0^\varphi \cos \alpha^2 d\alpha - \right. \\ \left. - \frac{2}{\Omega'} \sin \varphi - p \left[\frac{1}{2J} r^3 \int_0^\varphi (\sin \varphi^2 - \sin \alpha^2) (1 - \cos \alpha) d\alpha + \frac{1}{\Omega} r \int_0^\varphi \sin \alpha^2 \cos \alpha d\alpha \right] \right] = 0,$$

wäre, in welchem Falle der Uebergangspunkt der Biegungscurve am Scheitel des Bogens unbekannt wäre.

1. Fall, wo die Belastung über die ganze Oeffnung gleichmässig vertheilt ist. — Setzen wir voraus, die Belastung sei über die ganze Oeffnung vertheilt. Die Projectionsgleichungen (A) und (B) haben offenbar noch Geltung, daher können wir setzen:

$$(A) T - T' = 0, \quad (B) S - pa = 0.$$

Allein die Gleichung (C) , in welche die Momente eingehen, kann nicht mehr unter derselben Form beibehalten werden. Denn die Momente wurden in dieser Relation in Bezug auf den Mittelpunkt des Schlusses, der zur Biegungscurve gehörte, genommen. Da nun diese Bedingung im gegenwärtigen Falle nicht mehr stattfindet, so müssten wir bei Annahme des Schlussmittels als Axe der Momente eine neue Unbekannte einführen, die das Moment der Reaction am Schlusse in Bezug auf diesen Punct wäre. Um nun diese neue Unbekannte zu vermeiden, wäre es besser, alle Momente in Bezug auf den Schwerpunkt irgend eines Anlaufsschnittes zu nehmen, da alle Reactionen und ihre Momente an beiden Widerlagern symmetrisch sind. Allein bei diesem neuen Systeme würde sich die Gleichung der Momente mit der Gleichung (B) vermengen, welche ausdrückt, dass die Summe der verticalen Kräfte Null ist. Denn da die Momente der auf die Anlaufsschnitte wirkenden Reactionen gleich und von entgegengesetzten Zeichen sind, so reducirt sich ihre Summe auf Null. Daher werden wir diese Gleichung durch die Elasticitätsgleichung ersetzen, welche ausdrückt, dass der Winkel irgend eines der äussersten Halbmesser und der Axe der y unveränderlich ist, woraus folgt:

und nach verrichteter Integration

$$M\varphi + Tr(\sin \varphi - \varphi \cos \varphi) - \frac{1}{2}pr^2(\varphi \sin \varphi^2 + \frac{1}{2} \sin \varphi \cos \varphi - \frac{1}{2} \varphi) = 0,$$

$$Mr \frac{1}{J}(\varphi - \sin \varphi) + T \left[\frac{1}{J}r^2(\sin \varphi + \frac{1}{2} \sin \varphi \cos \varphi - \frac{1}{2} \varphi - \varphi \cos \varphi) - \frac{1}{\Omega}(\varphi + \sin \varphi \cos \varphi) - \frac{2}{\Omega'} \sin \varphi - \frac{1}{2} p \left[\frac{1}{J}r^2(\varphi \sin \varphi^2 + \frac{1}{2} \sin \varphi \cos \varphi - \frac{1}{2} \varphi - \frac{2}{3} \sin \varphi^2) - \frac{2}{3} \frac{1}{\Omega} r \sin \varphi^2 \right] \right] = 0.$$

Hieraus erhält man nun:

$$T = 2pa \cdot \frac{\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \frac{\sin \varphi}{\varphi} \cos \varphi - \frac{1}{3} \sin \varphi^2 \right) - \frac{1}{3} \frac{J}{\Omega} \frac{1}{r^2} \sin \varphi^2}{\varphi + \sin \varphi \cos \varphi - 2 \frac{\sin \varphi^2}{\varphi} + \frac{J}{\Omega} \frac{1}{r^2} (\varphi + \sin \varphi \cos \varphi) + 2 \frac{J}{\Omega'} \frac{1}{r^2} \sin \varphi};$$

$$M = Tr \left(\cos \varphi - \frac{\sin \varphi}{\varphi} + \frac{1}{2} pr^2 (\sin \varphi^2 + \frac{1}{2} \frac{\sin \varphi}{\varphi} \cos \varphi - \frac{1}{2}) \right).$$

2. Fall, wo die Belastung nur die halbe Spannweite in Anspruch nimmt. — Für diesen Fall werden die Werthe der Reactionen und Momente mittelst desselben Systems von Gleichungen erhalten, als wenn die Reaction im Scheitel am Schwerpunkte des Bogens angebracht wäre. Die Gleichung der Momente (B'') wird blos durch die folgende ersetzt:

$$M_1 + M_2 - 2S_1 a + \frac{3}{2} pa^2 + \frac{1}{2} p^1 a^2 = 0,$$

in welcher die Momente in Bezug auf den Schwerpunkt des Anlaufsschnittes, auf welchen sich die Grössen T_1 , S_1 und M_1 beziehen, genommen sind.

Der Werth für S_1 erhält dann folgenden Ausdruck:

$$S_1 = \frac{\left(\frac{S + S'}{2} a + pa^2 - M - M' \right) [(S + S') \sin \varphi + (T + T') \cos \varphi] + (M + M') (T + T') \cos \varphi}{2a [(S + S') \sin \varphi + (T + T') \cos \varphi] - 2(M + M') \sin \varphi}.$$

Modificirte Gleichung der Biegungcurve.

— Die Gleichung der Biegungcurve erleidet ebenfalls eine Modification, welche darin besteht, dass man die allgemeine Ordinate y um den Werth y_0 der Ordinate des Uebergangspunctes am Bogenschlusse vergrössert, welche Ordinate man mittelst der Gleichung

$$M + T(f - y_0) - Sa + \frac{1}{2} pa^2 = 0$$

erhält, woraus folgt:

$$y_0 = \frac{M + Tf - Sa + \frac{1}{2} pa^2}{T}.$$

Somit hat die Biegungcurve für den Fall, wo die Belastung auf der ganzen Oeffnung vertheilt ist, die Gleichung

$$y = y_0 + \frac{1}{2} \frac{p}{T} x^2;$$

für den Fall, als die Belastung nur die halbe Oeffnung in Anspruch nimmt, sind die Gleichungen der beiden Bogen-curven, die diese Curve bilden:

$$y = y_0 + \frac{px^2}{2N \cos \alpha} - xtg\alpha,$$

$$y = y_0 + \frac{p'x^2}{2N \cos \alpha} - xtg\alpha.$$

Endlich sind die Werthe für N und α noch durch die Relationen

$$N \cos \alpha = T_1 = -T_2,$$

$$tg\alpha = \frac{pa - S_1}{T_1} = \frac{p'a - S_2}{T_2}$$

gegeben.

Man hat:

$$J_1 = \frac{(0,35)^4 - 2 \left[0,07 \times (0,33)^3 + 0,088 \times (0,306)^3 + 0,012 \times (0,18)^3 \right]}{12} = 0,00039935,$$

$$\Omega_1 = (2 \times 0,35 + 0,33) \times 0,010 + 4 \times 0,163 \times 0,012 = 0,018124,$$

$$J_2 = \frac{0,35 \times (0,30)^3 - 2 \left[(0,07 \times (0,78)^3 + 0,088 \times (0,756)^3 + 0,012 \times (0,63)^3 \right]}{12} = 0,00255961,$$

Nummerische Berechnung.

Berechnung der Elemente der Mittellinie.

Es sei:

r der Radius der Mittellinie,

2φ der Winkel der beiden äussersten Halbmesser,

$2a$ die Sehne,

f die Pfeilhöhe,

so hat man:

$$r = \frac{13,90}{\sin \varphi} + 0,40, \quad tg\varphi = \frac{13,90}{r - 4,85};$$

Hieraus folgt:

$$\varphi = 35^\circ 30' 15'' = \pi \times 0,619665,$$

$$r = 24,334,$$

$$a = 13,90 + 0,40 \sin \varphi = 14,132,$$

$$f = 4,85 - 0,40 \cos \varphi = 4,524.$$

Berechnung der Elemente des Querschnittes eines äusseren Bogentheiles.

J_1 Trägheitsmoment des Schnittes am Schlusse,

J_2 dasselbe am Anlaufe,

Ω_1 Querschnittsfläche am Schlusse,

Ω_2 Querschnittsfläche am Anlaufe.

$$\Omega_2 = (2 \times 0,35 + 0,78) \times 0,010 + 4 \times 0,163 \times 0,012 = 0,022624.$$

$$\left(\frac{J}{\Omega}\right)_1 = \text{mittleres Verhältniss des Trägheitsmomentes zur Querschnittsfläche eines äusseren Bogens ist gleich}$$

$$\frac{1}{2} \left(\frac{J_1}{\Omega_1} + \frac{J_2}{\Omega_2} \right) = 0,067585.$$

Berechnung der Elemente des Querschnittes eines inneren Bogentheils.

J'_1 Trägheitsmoment des Schnittes am Schlusse,

J'_2 dasselbe am Anlauf,

Ω'_1 Fläche des Schnittes am Schlusse,

Ω'_2 detto am Anlauf.

Man hat:

$$J'_1 = \frac{0,50 \times (0,35)^3 - 2}{12} \left[\frac{0,0925 \times (0,324)^3 + 0,136 \times (0,294)^3 + 0,015 + (0,16)^3}{12} \right] = 0,00067585,$$

$$\Omega'_1 = (2 \times 0,50 + 0,324) \times 0,013 + 4 \times 0,218 \times 0,015 = 0,030292,$$

$$J'_2 = \frac{0,50 \times (0,80)^3 - 2}{12} \left[\frac{0,0925 \times (0,774)^3 + 0,136 \times (0,744)^3 + 0,015 + (0,61)^3}{12} \right] = 0,00428258,$$

$$\Omega'_2 = (2 \times 0,50 + 0,774) \times 0,013 + 4 \times 0,218 \times 0,015 = 0,036142.$$

$$\left(\frac{J}{\Omega}\right)_2 = \text{mittleres Verhältniss des Trägheitsmomentes zur Fläche des Schnittes des inneren Bogens,}$$

$$\left(\frac{J}{\Omega}\right)_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{J'_1}{\Omega'_1} + \frac{J'_2}{\Omega'_2} \right) = 0,070402.$$

Berechnung der Querschnitte der Tragbalken.

Ω_T Querschnittsfläche einer äusseren Rippe des Tragbalkens,

Ω'_T Querschnittsfläche einer inneren Rippe des Tragbalkens,

$\left(\frac{J}{\Omega'}\right)_1$ mittleres Verhältniss des Trägheitsmomentes eines äusseren Bogens zur Querschnittsfläche des correspondierenden Tragbalkens,

$\left(\frac{J}{\Omega'}\right)_2$ dasselbe mittlere Verhältniss für einen inneren Bogen.

Man hat:

$$\Omega_T = (2 \times 0,350 + 0,946) \times 0,007 + 4 \times 0,165 \times 0,010 = 0,018122,$$

$$\Omega'_T = (2 \times 0,500 + 0,940) \times 0,010 + 4 \times 0,2205 \times 0,0125 = 0,030425,$$

$$\left(\frac{J}{\Omega'}\right)_1 = \frac{\frac{1}{2} (J_1 + J_2)}{\Omega_T} = 0,081640,$$

$$\left(\frac{J}{\Omega'}\right)_2 = \frac{\frac{1}{2} (J'_1 + J'_2)}{\Omega'_T} = 0,081486.$$

Äusserer Bogen.

1. Berechnung der Reactionen für den Fall, wo die Belastung auf der ganzen Oeffnung gleichmässig vertheilt ist.

Berechnung der horizontalen Reaction T .

$$T = 2 pa \frac{\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \frac{\varphi}{\sin \varphi} - \frac{1}{2} \cos \varphi - \frac{1}{3} \sin^3 \varphi \right) - \frac{1}{3} \frac{J}{\Omega} \frac{1}{r^3} \sin^3 \varphi}{3 \varphi - 4 \sin \varphi + \sin \varphi \cos \varphi + \frac{J}{\Omega} \frac{1}{r^2} (\varphi + \sin \varphi \cos \varphi) + 2 \frac{J}{\Omega'} \frac{1}{r_2} \sin \varphi} = p \times 21,97.$$

Der Werth von p , d. i. der pro Curr.-Meter gleichmässig vertheilten verticalen Belastung eines jeden äusseren Bogens, resultirt aus folgender Auseinandersetzung:

	Brückengewicht per Curr.-Meter Geleise
Die Ziegelgewölbe der Brückenbahn	1200 Kil.
Die Anschüttung	3432 "
Die Geleise	0140 "
Das Metallgewicht	1290 "
	<hr/> 6062 Kil.
oder in runder Zahl, Brückengewicht per Curr.-Meter Geleise	6000 Kil.
Gewicht der Belastung pro Curr.-Meter Geleise	4000 "
Gesammtgewicht pro Curr.-Meter Geleise	<hr/> 10000 Kil.

Da der Werth von p gleich ist der halben Belastung pro Curr.-Meter Geleise, so hat man $p = 5000$ Kil., daher

$$T = 5000 \times 22 = 110000 \text{ K.}$$

Berechnung der verticalen Reaction S .

$$S = pa = 5000 \times 14,132 = 70660 \text{ K.}$$

Berechnung des Momentes M .

$$M = \frac{1}{2} pa^2 - Tf = 499283 - 497640 = 1643.$$

Berechnung der Entfernung Z des Mittelpunctes des Druckes im Anlaufsschnitte vom Schwerpunct dieses Schnittes.

$$Z = \frac{M}{T \cos \varphi + S \sin \varphi} = \frac{1643}{130585} = 0,013 \text{ Meter.}$$

Berechnung der Inanspruchnahme R_1 des Schnittes am Schlusse.

$$R_1 = \frac{P}{\Omega_1} = \frac{110000}{0,0181124} = 6069300$$

oder 6,07 K. pro □Millimeter.

Berechnung der Inanspruchnahme R_2 des Querschnittes am Anlaufe.

$$R_2 = \frac{V'M}{J_2} + \frac{T \cos \varphi + S \sin \varphi}{\Omega_2} = 256758 + 5771968 = 6028726, \text{ d. i. } 6,03 \text{ pro } \square \text{ Millim.}$$

Verticale Reactionen:

$$S_1 = \frac{\left(\frac{T+T'}{2}f + \frac{1}{2}pa^2\right)[(S+S') \sin \varphi + (T+T') \cos \varphi] + (M+M') \frac{T+T'}{2} \cos \varphi}{a [(S+S') \sin \varphi + (T+T') \cos \varphi] - M + M' \sin \varphi} = 63598 \text{ K.,}$$

$$S_2 = (S+S') - S_1 = 113056 - 63598 = 49458 \text{ K.}$$

Berechnung der Momente M_1 und M_2 .

$$M_1 = S_1 a - T_1 f - \frac{1}{2} pa^2 = 1372, \\ - M_2 = -(M+M') - M_1 = 1257.$$

Berechnung der Distanz Z des Mittelpunctes der Pressungen im Anlaufsschnitte vom Schwerpuncte dieses Schnittes.

$$Z = \frac{M_1}{T_1 \cos \varphi + S_1 \sin \varphi} = \frac{1372}{108573} = 0,013 M.$$

Berechnung der Neigung α der Reaction am Schlusse gegen die Horizontale.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{pa - S_1}{T_1} = \frac{70660 - 63598}{88000} = \frac{7062}{88000}, \\ \alpha = 4^\circ 35' 17''.$$

Berechnung der Inanspruchnahme R_1 des Schnittes am Schlusse.

$$R_1 = \frac{T_1}{\Omega_1} = \frac{88000}{0,018124} = 4968538$$

oder pro □Millimeter des Schnittes 4,97 K.

Berechnung der horizontalen Reaction T .

$$T = 2pa \cdot \frac{\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \frac{\varphi}{\sin \varphi} - \frac{1}{2} \cos \varphi - \frac{1}{3} \sin^2 \varphi \right) - \frac{1}{3} \frac{J}{\Omega} \frac{1}{r^2} \sin \varphi}{3\varphi - 4 \sin \varphi + \sin \varphi \cos \varphi + \frac{J}{\Omega} \frac{1}{r^2} \left(\varphi + \sin \varphi \cos \varphi + 2 \frac{J}{\Omega'} \frac{1}{r^2} \sin \varphi \right)} = p \times 21,95 = 219500 \text{ K.,}$$

oder in runder Zahl 220,000 K., d. i. nämlich gerade das Doppelte des auf die äusseren Bögen horizontal wirkenden Schubes. Da nun sowohl die permanente als auch die zufällige Belastung ebenfalls doppelt ist, so folgt daraus, dass für den inneren Bogen alle Reactionen und ihre Momente den doppelten Werth von dem für die äusseren Bögen gefundenen haben, und dass diese Reactionen und Momente in jedem der erwähnten Fälle an denselben Puncten wie bei den äusseren Bögen wirken.

Demnach hat man:

Berechnung der Inanspruchnahme R_2 der Fläche Ω der Schlusskeile.

$$\Omega = 0,35 \times 0,04 = 0,0140,$$

$$\text{somit } R = \frac{T}{\Omega} = \frac{110000}{0,0140} = 7857143 \text{ K.}$$

oder 7,86 K. pro □Millimeter.

(Die Schlusskeile sind von Gussstahl.)

2. Berechnung der Reactionen für den Fall, wo die Belastung Null ist.

$$T' = 110000 \times \frac{1}{2} = 66000 \text{ K.; } S' = 70660 \times \frac{1}{2} = 42396$$

$$M = 1643 \times \frac{1}{2} = 986.$$

3. Berechnung der Reactionen für den Fall, wo die Belastung nur die halbe Spannweite in Anspruch nimmt.

Horizontale Reactionen:

$$T_1 = -T_2 = \frac{T+T'}{2} = \frac{110000+66000}{2} = 88000 \text{ K.}$$

Berechnung der Inanspruchnahme R_2 des Schnittes am Anlaufe.

$$R_2 = \frac{V'M_1}{J_2} + \frac{T_1 \cos \varphi + S_1 \sin \varphi}{\Omega_2} = 214408 + 4799019 = 5013427$$

oder pro □Millimeter 5,01 K.

Berechnung der Scherkraft F am Schlusse.

$$F = T_1 \operatorname{tg} \alpha = 7062 \text{ K.}$$

Die Scherkraft am Schlusse erreicht das Maximum, wenn die Belastung nur die halbe Oeffnung in Anspruch nimmt; ihr geringer Werth (7062 K.) gewährt daher bei dem Vorhandensein eines horizontalen Schubes von 88000 K. vollkommene Sicherheit, wenn man bedenkt, dass die Keile bloss in Folge der Reibung keine Bewegung in verticalem Sinne machen können.

Innere Bögen.

Berechnung der Reactionen für den Fall, wo die Belastung auf der ganzen Spannweite gleichmässig vertheilt ist.

$$S = 141320 \text{ K., } M = 3286;$$

$$T' = 132000 \text{ K., } S' = 84792 \text{ K., } M = 1972;$$

$$T_1 = -T_2 = 176000 \text{ K., } S_1 = 127196 \text{ K., } S_2 = 98916 \text{ K.,}$$

$$M_1 = 2744, \quad M_2 = 2514.$$

Berechnung der Inanspruchnahme R_1 des Schnittes am Schlusse.

$$R_1 = \frac{T}{\Omega_1} = \frac{220000}{0,030202} = 7262645,$$

d. i. 7,26 pro □Millimeter.

Berechnung der Inanspruchnahme R , des Schnittes am Anlaufe.

$$R_s = \frac{v'M}{J'} + \frac{T \cos \varphi + S \sin \varphi}{\Omega_s} = 306918 + 7226220,$$

oder 7,35 K. per □Millimeter.

Wir erwähnen nur noch, dass für den Fall, wo sich nur Ein Train auf der Brücke befindet, was für den Betrieb der normale Fall ist, der Schnitt am Schlusse nur mit 5,81 K., und der Schnitt am Anlaufe nur mit 6.02 K. beansprucht wird, weil die Belastung dann bloss das $\frac{1}{5}$ fache von jener ist, welche der Belastung der beiden Geleise entspricht.

Berechnung der Inanspruchnahme R der Fläche Ω der Schlusskeile.

$$\Omega = 0,50 \times 0,05 = 0,0250;$$

$$R = \frac{T}{\Omega} = \frac{220000}{0,0250} = 8800000,$$

d. i. 8,80 K. per □Millimeter.

Wäre der Bogen ein continuirlicher, so würde man, unter Voraussetzung einer gleichmässig über die ganze Brücke vertheilten Belastung (wie oben von 5000 K.) nach den oben entwickelten Formeln finden:

$T = 103850$ K.; $M = 12202$; $y_0 = -0,159$ Met.; endlich für die Inanspruchnahme R des Scheitelquerschnittes:
 $R = 12984251,$

d. i. 13 K. per □Millimeter.

Dieses Resultat zeigt deutlich die ungleiche Vertheilung der Inanspruchnahme innerhalb desselben Querschnittes in Folge der Elasticität des Metalles und die beträchtliche Inanspruchnahme, welche hieraus für die äussersten Fasern hervorgeht, und die in der Praxis zulässige Grenze weit überschreitet.

Gutachten

über den

Entwurf eines Organisations-Statutes

für das

k. k. polytechnische Institut in Wien,

welcher von dem Professoren-Collegium dieser Lehranstalt am 28. November 1863 dem hohen k. k. Staatsministerium überreicht wurde,

verfasst

von dem Comité, welches der Verwaltungsrath des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines zu diesem Behufe erwählte.

Vor Allem muss mit grosser Befriedigung anerkannt werden, dass in dem vorliegenden Organisations-Entwurfe einem allgemein gefühlten Bedürfnisse durch verschiedene höchst zweckmässige, den jetzigen Anforderungen der Wissenschaft und Praxis entsprechende Vorschläge auf Erweiterung des Unterrichtes und Einführung von Fachschulen gebührend Rechnung getragen wurde.

Unstreitig wäre auch schon die einfache Annahme und Durchführung des gedachten Entwurfes als ein grosser Fortschritt zu bezeichnen, und wenn mit Rücksicht auf den praktischen Gesichtspunct der Fachmänner mehrere theils erweiternde, theils abweichende Anträge wünschenswerth erscheinen, so dürfte deren freimüthige Aufzählung und Begründung gewiss nur den eigenen Intentionen des Professoren-Colle-

giums bei seinem Antrage auf Drucklegung des Entwurfes entsprechen.

Das Comité erachtet jedoch für nothwendig, der Darstellung des von ihm modificirten Organisations-Statutes die leitenden Grundsätze voranzustellen, welche dabei festgehalten sind und den wesentlichsten derselben in Folgendem Ausdruck zu geben.

1. Die Aufnahme in das k. k. polytechnische Institut erfolgt ohne Ausnahme auf Grund einer Aufnahmsprüfung weil die Constatirung der vollkommenen Reife der Schüler von der höchsten Wichtigkeit ist, und die Oberrealschulen und Gymnasien unter sich und nach ihren getrennten Zwecken ganz verschiedenartige Vorbildung bieten, und dieser Uebelstand vorläufig durch die erweiterte Einführung von Maturitäts-, respective Abgangsprüfungen auch für Oberrealschulen nicht beseitigt wurde.

2. Es sind an dem polytechnischen Institute nur solche Fachschulen zu errichten, die in einem engen wissenschaftlichen Zusammenhange zu einander stehen, und eine Vorbildung von möglichst gleichem Umfange bedingen, und zwar:

a) die Fachschule für Hochbau; b) die Fachschule für Strassen-, Wasser- und Eisenbahnbau; c) die Fachschule für Maschinenbau; d) die Fachschule für Berg- und Hüttenwesen; e) die Fachschule für industrielle Chemie.

3. Die Fachschulen sollen erst nach einem möglichst weit gehenden gemeinschaftlichen Studium abzweigen, um den Schülern Gelegenheit zu geben, nach der allgemeinen, jedem Techniker nothwendigen Vorbildung, die Wahl eines speciellen Faches mit mehr Sicherheit und richtigerem Verständnisse zu treffen.

4. Es ist höchst wünschenswerth, die Studiendauer in den einzelnen Fachschulen möglichst dadurch abzukürzen, dass den Schülern durch concentrirten Unterricht jene Ausbildung gegeben wird, welche zum vollständigen Verständniss der nachfolgenden Praxis und für ein erfolgreiches Wirken in derselben nothwendig ist.

Denn es erscheint gerade in unseren Verhältnissen, sogar in volkswirtschaftlicher Beziehung wichtig, dass den Schülern so früh als möglich der Eintritt in die Praxis ermöglicht werde, ganz abgesehen davon, dass wohl bei der grösseren Anzahl Schüler schon Gründe der materiellen Nothwendigkeit vorliegen. Ausserdem möchten wir hier die durch unsere Erfahrung vielfach bestätigte Thatsache geltend machen, dass durch eine nicht absolut nothwendige Verlängerung der Studienzeit der Schüler gerade in dieser für die Entwicklung seiner Laufbahn wichtigsten Periode leicht kostbare Zeit verliert, in der Schule zu alt und in dem Fortgang seiner Carrière uneinbringlich verkürzt wird, ohne darum für die ihm in der Regel bevorstehende gewöhnliche Praxis wesentlich mehr gewonnen oder mitgebracht zu haben.

5. Da Staatsprüfungen im Allgemeinen nur für Staatsanstellungen, dann für autorisirte Civil-Ingenieure und Architekten maassgebend sind, und da die Ablegung einer solchen Prüfung auch zur sofortigen Ausübung einer selbstständigen Praxis berechtigt, so ist es höchst wichtig, dass diese Staatsprüfungen erst nach vorausgegangener, mindestens zweijähriger

Praxis abgelegt werden können, und es resultirt hieraus nothwendig die Unterdrückung der Staatsprüfungen an der polytechnischen Schule selbst.

6. Um aber auch solchen Schülern, die nach Absolvierung einzelner Fachschulen eine noch höhere wissenschaftliche Ausbildung verfolgen wollen, sei es nun, um zur Erweiterung ihres Gesichtskreises obligate Lehrgegenstände anderer Fachschulen nachzuholen, oder noch allgemeine und freie Gegenstände zu hören, — sei es, um durch Fortsetzung von hauptsächlich mit Uebungen in den Laboratorien verbundenen Studien, oder durch eingehende Ausarbeitung von Projecten nach gegebenen Programmen sich für eine besondere wissenschaftliche Specialität weiter auszubilden, — hiezu die Gelegenheit zu bieten, und zugleich den Anforderungen, die man an eine technische Hochschule stellen muss, gerecht zu werden, sind noch eine Reihe von Lehrgegenständen, welche in den Fachschulen nicht obligat sind, von ordentlichen Professoren zu lesen, dann in den wichtigsten obligaten Fachgegenständen weitere theoretische und practische Course anzufügen, und endlich entweder durch Professoren oder durch Privatdocenten einzelne wichtige Partien verschiedener technischer Fächer möglichst zahlreich und den höchsten Anforderungen der Wissenschaft entsprechend vorzutragen.

7. Für die Fachschule des Hochbaues hätte an die Stelle der höheren Course die Akademie der bildenden Künste zu treten.

8. Der Studienplan ist in diesen höheren Cursen frei und wird von jedem Schüler mit seinem letzten Fachschulvorstande verabredet.

9. Um in diesem Sinne die tüchtigsten Schüler und ausgesprochene Talente für eine höhere wissenschaftliche Ausbildung zu gewinnen, ist es höchst wünschenswerth, ja dringend nothwendig, eine bestimmte Procentzahl der besten Schüler bei dem weiteren Studium nicht nur von allen Gebühren und Honoraren zu befreien, sondern denselben bei ausgezeichnetem Erfolge nach jedem Semester einen Staatspreis zuzuerkennen, der überdiess so hinreichend bemessen sein sollte, um unbemittelten Schülern während dieser ihrer erweiterten Studienzeit keine besonderen Opfer aufzuerlegen.

10. Der Eintritt in diese höheren Course ist ein bedingter, insofern für solche Schüler, die ihre Studien am Institute gemacht haben, die Ablegung des Absolutoriums (siehe §. 30) mit ganz gutem Erfolge entscheidet, während in auswärtigen Lehranstalten gebildete Zöglinge sich einer dem Absolutorium entsprechenden Aufnahmeprüfung zu unterziehen haben, falls das Professoren-Collegium nicht ein von analogen Anstalten beigebrachtes Abgangszeugniss für genügend erachtet.

11. Die Creirung einer Fachschule für Berg- und Hüttenwesen am polytechnischen Institute erachtet das Comité lediglich als eine Frage der Zeit, und hielt es desshalb um so mehr für angezeigt, den Lehrplan für diese Fachschule aufzunehmen, als der mindeste daraus sich ergebende Vortheil darin bestände, schon jetzt auf eine Organisation der bestehenden Berg-Akademien im Sinne der allen Fachschulen gemeinschaftlichen Vorbildungscourse hinwirken zu können.

12. Bei der ganzen Eintheilung des Lehrplanes ist jede Vorlesung mit $1\frac{1}{2}$ Stunden angenommen, um der höchst

nachtheiligen Zeitersplitterung zu begegnen, die nicht allein aus dem häufigen Wechsel der Collegien entspringt, sondern namentlich auch in dem bei der jetzt üblichen Stundeneintheilung nothwendigen Resumiren und Wiederanknüpfen der Vorträge seinen Grund hat. Es ist gewiss nicht gewagt zu behaupten, dass ein ununterbrochener Vortrag von $1\frac{1}{2}$ Stunden zwei getrennte, jeden mit 1 Stunde reichlich aufwiegen dürfte.

13. Aus dem beigeschlossenen Lehrplan ist ersichtlich, dass durch die in demselben beobachtete Vertheilung einer Reihe der wichtigeren Lehrgegenstände in den einzelnen Fachschulen darauf Bedacht genommen ist, den Schülern den Uebertritt von einer früheren abgeschlossenen Fachschule zu einer andern, auf eine längere Studienzeit vertheilten Fachschule möglich zu machen, um die Studien ohne Unterbrechung nach der einen oder anderen Richtung noch erweitern zu können.

14. Ueber die schon im Einbegleitungsschreiben des Professoren-Collegiums betonte Nothwendigkeit, die Professoren aller mit ihrem Lehrberufe nicht nothwendig verbundenen Obliegenheiten zu entheben, kann wohl eine Meinungsverschiedenheit nicht mehr stattfinden, vielmehr ist die Entscheidung anzuerkennen, mit der jenes Schreiben die mit den jetzigen diessbezüglichen Einrichtungen verbundenen Uebelstände hervorhebt.

15. Sehr wünschenswerth erscheint es dagegen, das technische Kabinet, dessen Bedeutung und Werth nur in Folge seiner höchst ungenügenden Benützung nicht allgemein genug gewürdigt ist, vollständig am Institute zu belassen, und durch eine dem Lehrplane entsprechende Trennung nach Fächern, so wie durch eine überhaupt mehr geeignete Eintheilung der unmittelbarsten Verwendung für Lehrzwecke zuzuführen.

Obschon die in dem Vorstehenden angedeuteten Grundzüge, wie solche für das Comité beim Entwurfe des Lehrplanes maassgebend waren, in der Hauptsache auch den Lehrplan selbst und den Inhalt der nachstehenden „allgemeinen Bestimmungen“ erklären, so hat dasselbe nichtsdestoweniger für nöthig erachtet, das genaue Programm der Lehrgegenstände und die specielle Begründung des Lehrplanes, so wie eines Theils der übrigen Bestimmungen des Statuts noch besonders zu bearbeiten.

Da jedoch dem Vernehmen nach die Berathungen des hohen Unterrichtsrathes über die vorliegende Organisationsfrage bereits begonnen haben, und daher bei der Kürze der Zeit eine präcise Redigirung dieser letzt erwähnten Programme mit Motiven nicht mehr möglich war, ohne Gefahr zu laufen, diese Meinungsäusserung post festum an die genannte hohe Stelle gebracht zu sehen, so findet es das Comité nicht unpassend, seine hier niedergelegten Ansichten heute schon in dieser, wenn auch nicht vollständig detaillirten Form zur geneigten Würdigung zu unterbreiten, indem es sich eingehendenfalls vorbehält, die erwähnten Ergänzungen zu dem beistehenden Lehrplane und den zugehörigen allgemeinen Bestimmungen über besonderes Verlangen nachträglich vorzulegen.

Mit dem Wunsche, durch die vorliegende Arbeit einen, wenn auch nur kleinen Beitrag zur glücklichen Lösung dieser

für die höchsten Interessen unseres Vaterlandes so wichtigen Aufgabe mitgeliefert zu haben, hofft das Comité schon durch die hier gegebenen „leitenden Grundzüge“ durch das vollständige Lehrprogramm und durch die daraus sich ergebenden allgemeinen Bestimmungen des Organisations-Statutes ein klares Bild von dem Standpunkte gegeben zu haben, den es in dieser Frage nach bestem Wissen und Gewissen festhalten zu müssen glaubte *).

Wien den 4. Juni 1864.

Organisations-Statut.

I. Allgemeine Bestimmungen.

§. 1.

Das k. k. polytechnische Institut in Wien hat die Aufgabe, in den wichtigsten Zweigen des technischen Berufes die nothwendige theoretische Ausbildung mit besonderer Rücksicht auf die Praxis zu geben, und nebstbei jedem fähigen und weiter strebenden Schüler die volle Gelegenheit zu bieten, sich in seinem Fache auch die höchste theoretische Ausbildung zu verschaffen.

§. 2.

Nach einiger Zeit gemeinschaftlichen Unterrichtes für alle Schüler zweigen sich innerhalb des Institutes folgende Fachschulen ab:

- I. Die Fachschule für Hochbau,
- II. die Fachschule für Strassen-, Wasser- und Eisenbahnbau;
- III. die Fachschule für Maschinenbau;
- IV. die Fachschule für Berg- und Hüttenwesen, und
- V. die Fachschule für die industrielle Chemie.

§. 3 (unverändert).

Das polytechnische Institut ist auch eine Bildungsanstalt für das Lehramt.

§. 4.

Der Unterricht in den einzelnen Lehrgegenständen wird theils in einzelnen, theils in einer Reihe von Semestral-Cursen ertheilt. Das erste Semester beginnt am 1. October und schliesst mit Ende Februar, das zweite beginnt am 1. März und schliesst mit Ende Juli.

§. 5 (unverändert).

Die bisherigen Bestimmungen über die Ferien werden beibehalten.

§. 6.

Am k. k. polytechnischen Institute werden folgende Gegenstände gelehrt:

*) Dieses Gutachten nebst dem folgenden Organisations-Entwurfe ist von Seite des österr. Ingenieur-Vereins am 5. Juni 1864 an den hohen Unterrichtsrath übermittelt worden.

a. Obligate Lehrgegenstände:

	Anzahl der Lehrkurse	Gesamtzahl der Vorlesung.
A. Mathematik	8	11
Darstellende Geometrie	2	4
Mechanik	1	4
Maschinenlehre	1	8
Maschinenbau	3	10
Mechanische Technologie	3	6
Berg- und Hüttenmaschinenkunde	3	7
Praktische Geometrie	2	4
Terrainlehre und Traciren	1	2
Freihandzeichnen	2	16 St.
B. Mineralogie	1	2
Geologie	1	2
Ueber Erzlagerstätten und Sedimentformationen	1	1
Allgemeine Physik	1	3
Technische Physik	2	4
Allgemeine Chemie	1	3
Organische Chemie	1	4
Analytische Chemie	1	2
Maassanalytische Proben	1	15
Industrielle Chemie	3	9
Waarenkunde	1	1
C. Hochbau mit Einschluss der Architektur	4	13 St.
Ueber Bauordnung und Baugesetze	1	1
Geschichte der Baukunst	1	2
Technologie der Baugewerbe	1	1
Wasser- und Strassenbau	3	10
Brückenbau	1	3
Eisenbahnbau	2	6
Eisenbahnverkehr und Statistik	1	2
Ueber ältere und neuere Bauwerke aus dem Strassen-, Wasser- und Eisenbahnbau	1	2
D. Bergbaukunde mit Einschluss der Markscheidungskunst und Aufbereitung	2	9
Hüttenkunde	2	10
Bergrecht	1	2
Buchhaltung und Correspondenz	1	1

b. Nichtobligate Gegenstände:

- E. Mathematik 4. Curs.
- Physik (höhere, mathematische).
- Physik der Krystalle.
- Technische Mikroskopie.
- Mechanik (höhere, analytische).
- Höhere Geodäsie.
- Sphärische Astronomie.
- Wichtige Capital aus den vorzüglichsten Fachgegenständen.
- Ausarbeitung von ganzen Projecten nach gegebenen Programmen, und chemische und physikalische Uebungen für specielle Fachrichtungen.
- F. Landwirthschaftslehre.
- Agrikulturchemie.
- Zoologie.
- National-Oeconomie und Statistik.
- Culturgeschichte.
- Deutsche Literatur.
- Italianische, französische und englische Sprache.
- Landschaftszeichnen.
- Modelliren.
- Stenographie.

II. Lehrpläne für die einzelnen Fachschulen.

§. 7.

Der Unterricht in den allgemeinen Cursen und in den einzelnen Fachschulen wird in zweckmässigster Reihenfolge der Gegenstände nach den in der beifolgenden Tabelle aufgestellten Lehrplänen genommen.

§. 8 (§. 15 unverändert).

Mit den Vorlesungen über Botanik, Zoologie, Geologie, mechanische und chemische Technologie, den Maschinenbau, die Bauwissenschaften und die Landwirthschaftslehre sind die zum gründlichen Verständniss nothwendigen Excursionen, und

mit der practischen Geometrie 1. Curs eine grössere Vermessung während vierzehn Tagen im Sommersemester verbunden.

§. 9.

Für alle Fachschulen werden alle im §. 6 *F* aufgeführten Gegenstände empfohlen.

§. 10.

Die §. 6 *E* aufgezählten Gegenstände und Uebungscurse bilden in Verbindung mit geeigneten Gegenständen nicht frequentirter Fachschulen das Material für die höhere und erweiterte Ausbildung.

III. Von den Zuhörern.

§. 11.

Die Zuhörer am polytechnischen Institute sind entweder ordentliche oder ausserordentliche.

Ordentliche Zuhörer sind jene, welche bei ihrer Aufnahme in die Lehranstalt die Erklärung abgeben, den vollständigen Lehrkurs der allgemeinen Vorstudien und irgend einer Fachschule (§. 7) unter Beobachtung der Bestimmungen des §. 14 zurücklegen zu wollen; ausserordentliche sind jene, welche nur über einzelne Gegenstände die Vorlesungen zu hören wünschen.

§. 12.

Die ordentlichen Zuhörer werden als solche in den Zeugnissen bezeichnet; sie sind im Vollgenusse aller Rechte, welche der Besuch der Lehranstalt gewährt, und haben alle diessfälligen Pflichten zu erfüllen.

Die ausserordentlichen Zuhörer geniessen im allgemeinen die Rechte der ordentlichen, werden aber zum Genusse der Stipendien nicht zugelassen. In den öffentlichen Zeugnissen werden sie ausdrücklich als ausserordentliche Zuhörer bezeichnet. Ihre Verpflichtungen stimmen, soweit nicht besondere Ausnahmen gemacht sind, mit denen der ordentlichen Zuhörer überein.

Sämmtliche Zuhörer unterliegen der Disciplinar-Ordnung.

§. 13 (§. 19 unverändert).

Die Aufnahme findet in der Regel am Anfange des Studienjahres statt. Für jene Lehrgegenstände, welche nur im Sommersemester vorgetragen werden, kann sie auch bei Beginn des letzteren geschehen.

§. 14.

Wer als ordentlicher Zuhörer aufgenommen werden will, hat sich längstens bis 7. October, beziehungsweise 7. März (§. 4.) persönlich beim Rector, und beim Eintritt in eine Fachschule bei dem Vorstande derselben zu melden, und demselben sein Nationale sammt den nothwendigen Ausweisen (§. 15) zu übergeben.

Die Meldung ausserordentlicher Zuhörer geschieht in gleicher Weise bei den Professoren derjenigen Gegenstände, welche sie zu hören wünschen. Das Nationale hat zu enthalten:

1. Den Vor- und Zunamen.
2. Das Alter.
3. Geburts- und gegenwärtigen Zuständigkeitsort.
4. Die Nationalität und Religion.

5. Einen allenfälligen Stipendiengenuss.

6. Den gegenwärtigen Wohnort des Aufnahmswerbers in Wien.

7. Den Stand und Wohnort der Eltern oder des etwaigen Vormunds.

8. Die Vorstudien.

9. Die Vorlesungen, welche man zu hören beabsichtigt, und

10. bei ordentlichen Zuhörern die betreffende Fachschule.

§. 15.

Als ordentlicher Zuhörer kann aufgenommen werden, wer sich bei einem Alter von mindestens 17 Jahren der Aufnahmeprüfung am Institute aus allen für dieselbe vorgeschriebenen Lehrgegenständen (§. 16) mit gutem Erfolge unterzogen hat.

Für diese Aufnahmeprüfung ist eine Taxe von 10 fl. zu erlegen.

Für jene, welche sich dem Hochbau oder Maschinenbau widmen wollen, wird empfohlen, vor dem Eintritt in die Anstalt eine entsprechende Praxis durchzumachen.

§. 16 (§. 22 unverändert).

Gegenstände der Aufnahmeprüfung sind:

- a) Arithmetik, Algebra, Geometrie, ebene Trigonometrie und analytische Geometrie in der Ebene;
- b) Geographie und Geschichte;
- c) Physik;
- d) Geometrisches und Freihand-Zeichnen. Diese Gegenstände (a bis d) in dem Umfange, welcher für die Ober-Realschulen maassgebend ist.
- e) Fertigkeit im deutschen Styl, zu erweisen an einem Aufsatze über ein gegebenes Thema.

§. 17.

Neu eintretende, welche als ordentliche Hörer für Gegenstände eines höheren Jahrganges eingeschrieben werden wollen, haben

1. die allgemeinen Aufnahmebedingungen zu erfüllen (§. 14), und
2. sich über die weiteren nothwendigen Vorkenntnisse durch Ablegung einer Prüfung auszuweisen.

§. 18 (§. 22 unverändert).

Zur Aufnahme als ausserordentlicher Hörer ist erforderlich:

1. Das zurückgelegte Alter von 17 Jahren, und
2. der Nachweis der nothwendigen Vorkenntnisse, um die gewünschten Vorlesungen mit Erfolg zu hören.

Dieser Nachweis wird entweder durch legale Zeugnisse oder durch eine Aufnahmeprüfung geliefert, für welche eine Taxe nicht zu entrichten ist.

§. 19 (§. 25. unverändert).

Nach Erfüllung der in den §§. 21, 23 und 24 ausgesprochenen Bedingungen und nach Entrichtung der in den §§. 29 bis 31 festgesetzten Gebühren erfolgt die Immatriculirung Neueintretender, sowie die Einschreibung bereits immatriculirter Zuhörer durch den Rector.

§. 20.

Die ordentlichen Hörer haben in der Regel die im §. 7 vorgezeichneten Lehrpläne einzuhalten.

Ausnahmen werden jedoch ohne Anstand bewilliget, sofern besondere Bildungszwecke des einzelnen Schülers oder andere als triftig anerkannte Gründe Erlass oder Austausch einzelner Gegenstände rechtfertigen.

Diese Bewilligung steht dem Fachschul-Collegium zu.

§. 21 (§. 27 unverändert).

Ausser den in seinem Studienplane enthaltenen Lehrgegenständen kann der ordentliche Zuhörer auch noch Vorlesungen über andere Gegenstände besuchen, für welche er die erforderlichen Vorkenntnisse besitzt.

Die Erklärung hierüber ist entweder bei der Anmeldung (§. 20), oder spätestens am 15. October, beziehungsweise 15. März (§. 4), persönlich bei dem Rector abzugeben.

§. 22 (§. 28. unverändert).

Den Zuhörern wird, so weit es angemessen erscheint, der Besuch der Zeichnungssäle und Laboratorien auch ausser den Stunden gestattet, welche durch den jeweiligen Stundenplan festgesetzt sind.

§. 23.

Jeder ordentliche und ausserordentliche Schüler hat ohne Unterschied der Fachschule an Unterrichtshonorar pro Semester so viel Mal zwei Gulden zu bezahlen, als die Anzahl der von ihm besuchten wöchentlichen Vorlesungen beträgt.

Dieses Honorar ist am Anfange eines jeden Semesters zu erlegen.

§. 24 (§. 32 unverändert).

Die ausserordentlichen Vorlesungen der Professoren, die der Privatdocenten und der vom Staate nicht besoldeten Lehrer sind in dem von denselben festgesetztem Betrage besonders zu honoriren.

§. 25 (§. 33 unverändert).

Für die Benützung der Laboratorien ist abgesondert ein Betrag zu entrichten, welcher jeweilig über Antrag des Professoren-Collegiums von dem Ministerium bestimmt wird.

§. 26 (§. 34 unverändert).

Bei nachgewiesener Mittellosigkeit können vorzügliche Zuhörer von den in den §§. 30 und 31 festgesetzten Gebühren ganz oder zur Hälfte befreit werden.

§. 27 (§. 35 unverändert).

Auf Grund der im Laufe des Curses durch mündliche und schriftliche Prüfungen, durch Hausarbeiten u. s. w. dargelegten Leistungen des Zuhörers wird entschieden, ob er die Studien in den betreffenden Lehrgegenständen mit genügendem Erfolge zurückgelegt habe, oder nicht. Auf Verlangen wird hierüber eine Bestätigung erteilt.

Hat ein Zuhörer in einzelnen Lehrgegenständen nicht genügt, so kann er bei Beginn des nächsten Studienjahres, und zwar längstens bis zum 7. October, nach Erlag des Taxbetrages von 5 fl. durch eine Prüfung seine diesfälligen genügenden Kenntnisse nachweisen. Unterlässt er dies, oder ist das Ergebnis dieser Prüfung ungenügend, so kann vor Wie-

derholung dieser Lehrfächer das weitere Studium sich nur auf solche Gegenstände erstrecken, welche die mit ungenügendem Erfolge gehörten nicht nothwendig voraussetzen.

Die Wiederholung eines mit ungenügendem Erfolge gehörten Gegenstandes ist nur Einmal gestattet.

§. 28.

Jeder Zuhörer hat nach Absolvirung irgend eines Lehrgegenstandes sich aus demselben einer Prüfung zu unterziehen.

Das in diesem Falle auszufertigende Zeugniß bescheiniget den Besuch, die Verwendung während des Curses, die Ablegung der Prüfung und auf Grund der Gesamtleistung des Zuhörers den Grad des Erfolges seiner Studien.

Diese Prüfung kann ordnungsmässig nur am Schlusse der gehörten Vorlesungen abgelegt und bei schlechtem Erfolge Einmal wiederholt werden.

Für jede nachträglich abgelegte oder wiederholte Prüfung ist ein Taxbetrag von 5 fl. zu entrichten.

§. 29 (§. 37 unverändert).

Frequentationszeugnisse bescheinigen den Besuch der Vorlesungen und Uebungstunden. Sie werden nur denjenigen ausgestellt, welche

- a) im Laufe des Studienjahres einen Ausweis über ihre Beschäftigung bedürfen, oder
- b) vor Beendigung der betreffenden Vorlesungen ihren Austritt erklären.

§. 30.

Jedem Schüler steht es frei, nach Absolvirung einer Fachschule sich einer allgemeinen öffentlichen Abgangsprüfung (Absolutorium) aus sämtlichen Lehrgegenständen der betreffenden Fachschule zu unterziehen, und erhält darüber ein Abgangszeugniß.

Als Prüfungs-Commission erscheint das betreffende Fachschul-Collegium und entscheidet durch Majorität über den Grad des Erfolges der Studien. Diese Prüfungen finden im Monate November eines jeden Jahres statt.

§. 31.

Das mit gutem Erfolge abgelegte Absolutorium §. 30 berechtigt zum Eintritt in den höheren Curs (siehe Punct 6 des Gutachtens), dann zur Führung des Prädicates „Ingenieur mit der entsprechenden näheren Bezeichnung des Faches“, Bau-Ingenieur, Maschinen-Ingenieur, Berg- und Hütten-Ingenieur etc. und involviret in jeder Beziehung dieselben Rechte, die gesetzlich mit dem Doctorgrad verbunden sind.

§. 32 (§. 38 unverändert).

Das Aufgeben des Besuches einzelner Vorlesungen vor Beendigung derselben ist bei den betreffenden Professoren, der Austritt aus der Lehranstalt während des Studienjahres aber bei dem Rector zu melden.

§. 33 (§. 39 unverändert).

Als Gäste können zu den Vorlesungen über einzelne Gegenstände mit Bewilligung des betreffenden Professors Männer zugelassen werden, welche rücksichtlich ihrer Stellung und sonstigen Eigenschaften zu der Erwartung berechtigen, dass durch ihre Zulassung die Zwecke des Unterrichtes nicht

beeinträchtigt werden. Gäste sind von dem Nachweise ihrer Vorkenntnisse entbunden. Oeffentliche Zeugnisse werden den Gästen nicht ausgestellt.

IV. Von der Leitung des k. k. polytechnischen Institutes.

§. 34 (§. 58 unverändert).

Die Leitung des Institutes ist dem Professoren-Collegium übertragen, an dessen Spitze der Rector steht.

§. 35 (§. 59 unverändert).

Der Rector wird auf die Dauer eines Jahres von dem Professoren-Collegium aus den ordentlichen Professoren des Institutes mittelst Stimmzettel gewählt.

Der abtretende Rector ist erst nach Ablauf eines Jahres wieder wählbar.

Die Wahl wird dem Ministerium zur Bestätigung vorgelegt.

§. 36 (§. 60 unverändert).

Der Rector vertritt nach Aussen das Institut in allen seinen Beziehungen. Er führt in den Sitzungen des Professoren-Collegiums den Vorsitz und leitet dieselben nach der bestehenden Geschäftsordnung.

Er vollzieht die Beschlüsse des Collegiums und macht über die Art des Vollzuges in der nächsten Sitzung die Mittheilung.

Findet der Rector, dass gegen einen Beschluss des Professoren-Collegiums gegründete Bedenken obwalten, so hat er die Ausführung desselben zu sistiren, und den bezüglichen Gegenstand in der nächsten Sitzung des Collegiums zur nochmaligen Berathung zu bringen.

Geschäftsstücke, welche nur der Anwendung bestehender Vorschriften in unzweifelhafter Weise bedürfen, oder bei denen Gefahr im Verzuge ist, erledigt der Rector und berichtet darüber dem Professoren-Collegium in der nächsten Sitzung aus dem Geschäftsprotokolle. Er gibt die einzelnen Fälle bekannt, in welchen die Lehrenden ihre Vorträge zu halten verhindert waren, so wie, ob und welche Vertretungen stattfanden.

In Verhinderungsfällen wird der Rector von seinem Vorgesänger im Amte (Prorector) vertreten.

§. 37 (§. 61 unverändert).

Der Rector bezieht eine entsprechende Functionszulage. Er ist der Vorstand der Instituts-Kanzlei und hat als solcher einen Secretär und das nöthige Kanzleipersonale.

§. 38.

Das Professoren-Collegium besteht aus den wirklichen, ordentlichen und ausserordentlichen Professoren des Institutes.

Die Privatdocenten geniessen diessbezüglich dieselben Rechte, welche den Privatdocenten an der Universität eingeräumt sind.

Professoren der Sprachen jedoch, sowie Professoren anderer Lehranstalten, welche an diesem Institute lehren (§. 53), dann die Lehrer und Adjuncten sind nicht Mitglieder des Professoren-Collegiums.

§. 39 (§. 63 unverändert).

Die Sitzungen des Professoren-Collegiums werden von dem Rector nach seinem Ermessen, oder auf Verlangen mindestens von einem Drittheil der Mitglieder des Collegiums einberufen.

§. 40 (§. 64 unverändert).

Das Professoren-Collegium ist für den Zustand des polytechnischen Institutes in wissenschaftlicher, disciplinärer und ökonomischer Hinsicht verantwortlich. Alle Angelegenheiten, welche nicht ausdrücklich dem Rector, den Vorständen oder den Conferenzen der Fachschulen zugewiesen sind, gehören in den Wirkungskreis des Professoren-Collegiums.

§. 41 (§. 65 unverändert).

Insbesondere hat das Professoren-Collegium darauf zu achten, dass sämtliche Lehrfächer genügend vertreten seien. Die Besetzung erledigter Lehrstellen erfolgt durch Berufung oder Bewerbung, und das Professoren-Collegium hat in allen Fällen sowohl über den einzuschlagenden Weg, als rücksichtlich der Personen den Vorschlag zu erstatten.

Diese letztere Verpflichtung liegt dem Professoren-Collegium auch bei Besetzung der Posten des Bibliotheks-, Kanzlei- und Hauspersonals ob.

§. 42 (§. 66 unverändert).

Sämmtliche Professoren, Lehrer, Docenten, Supplenten, Adjuncten und Assistenten haben in einer gegen das Ende eines jeden Schuljahres von dem Rector einzuberufenden allgemeinen Versammlung zu erscheinen. In dieser Versammlung sind die Wünsche und Anträge der Gegenwärtigen in Betreff des Unterrichtes und der Disciplin vorzubringen und zu besprechen.

Das Protocoll dieser Versammlung, über dessen Inhalt das Professoren-Collegium in einer folgenden Sitzung sein Gutachten abzugeben hat, ist mit diesem Gutachten an das Ministerium einzusenden.

§. 43 (§. 67 unverändert).

Alljährlich wird dem Staatsministerium ein Bericht über den Zustand des Institutes vorgelegt. Es ist bei Erstattung desselben insbesondere Rücksicht zu nehmen auf die Berichte der Fachschul-Collegien, sowie auf die Wünsche und Anträge, welche in der Versammlung des gesammten Lehrkörpers geäußert werden.

Die Zusammenstellung des Berichtes steht dem Rector, die Genehmigung desselben dem Professoren-Collegium zu. Die Unterfertigung desselben hat von dem Rector und den Vorständen der Fachschulen zu geschehen.

§. 44.

Jede Fachschule, sowie der für alle Schüler gemeinschaftliche Curs wird zunächst von einem Fachschul-Collegium geleitet. Ständige Mitglieder dieses Collegiums sind die Professoren jener Unterrichtsgegenstände, welche in dem Lehrplan der bezüglichen Fachschule §. 7 aufgeführt sind.

Auf Verlangen auch nur Eines ständigen Mitgliedes können den Berathungen dieses Collegiums für einzelne Fälle auch andere Mitglieder des Lehrkörpers beigezogen werden.

§. 45 (§. 69 unverändert).

Die ständigen Mitglieder des Fachschul-Collegiums wählen aus ihrer Mitte den Vorstand der Fachschule auf die Dauer von zwei Jahren. Der Austretende ist wieder wählbar. Nur dieser kann die Wahl, ohne Angabe der Gründe, ablehnen; jedes andere Mitglied hat die Gründe der Ablehnung anzugeben, über deren Zulässigkeit die Wähler ohne Debatte abstimmen. Fällt die Abstimmung gegen den Ablehnenden aus, so kann er Berufung an das Professoren-Collegium einlegen, welches über die Zulassung der Ablehnung endgiltig entscheidet.

Der Rector kann nicht zugleich Vorstand einer Fachschule sein.

Die Wahlen der sämtlichen Fachschul-Vorstände sind dem Ministerium zur Genehmigung vorzulegen.

§. 46 (§. 70 unverändert).

Die Vorstände der Fachschulen haben a) die Zweckmässigkeit des gesammten Unterrichtes in der Fachschule, sowie die Studien, den Bildungsgang und die disciplinäre Haltung der Zuhörer zu überwachen und diesen mit ihrem Rathe beizustehen, und b) dem Professoren-Collegium die Berichte über die Beschlüsse der Fachschul-Collegien zu erstatten.

§. 47 (§. 71 unverändert).

Das Verhältniss der Fachschul-Collegien zu ihren Vorständen ist in Betreff der Geschäftsordnung dasselbe, wie jenes des Professoren-Collegiums zu dem Rector.

Auch hat für die Verhandlungen der Fachschul-Collegien die Geschäftsordnung des Professoren-Collegiums ihre Anwendung.

§. 48.

Dem Fachschul-Collegium liegt in Bezug auf die von ihm geleitete Fachschule ob:

1. Die Gesuche ordentlicher Zuhörer um Bewilligung zur Befolgung eines selbstgewählten Studienplanes (§. 20) endgiltig zu erledigen.

2. Den Erfolg der zurückgelegten Studien zu (§. 27) bezeugen.

3. Mit Schluss des Schuljahres einen Bericht zu erstatten über die Ergebnisse derselben sowohl in Betreff des Fortganges als der Disciplin der Zuhörer.

4. Anträge zu dem Programme und Studienplane des nächsten Studienjahres, sowie über die vorzunehmenden Excursionen zu stellen, und

5. etwaige Vorschläge über Aenderungen im Unterrichte zu machen.

Zur Berathung solcher Vorschläge ist insbesondere gegen das Ende des Schuljahres eine Sitzung abzuhalten und zwar mit Beiziehung ausser dem Institute stehender Fachmänner, welche von dem Ministerium zu diesem Behufe bezeichnet werden und letzterem einen separaten Bericht zu erstatten haben.

§. 49 (§. 73 unverändert).

Die Sitzungen des Fachschul-Collegiums werden von dem Vorstände nach seinem Ermessen, oder auf Verlangen von mindestens zwei ständigen Mitgliedern einberufen. Hiebei können die Mitglieder alle, oder nach Gruppen versammelt wer-

den, durch welche die einzelnen Jahrgänge der Fachschulen vertreten erscheinen.

§. 50 (§. 74 unverändert).

Die Fachschul-Collegien sind berechtigt, soweit es ohne Beeinträchtigung der Berufspflicht der Professoren geschehen kann, auf Verlangen Gutachten abzugeben.

Die hiefür zu entrichtende Gebühr wird von dem Fachschul-Collegium festgesetzt und fällt demselben zu.

V. Von den Lehrkräften.

§. 51.

An dem k. k. polytechnischen Institute bestehen folgende Lehrkanzeln:

1. Für Mathematik 1. und 2. Curs.
 2. Für Mathematik 3. und 4. Curs, nicht obligate mathematische Vorlesungen.
 3. Darstellende Geometrie.
 4. Für Zoologie und Botanik.
 5. Für Mineralogie.
 6. Für allgemeine und technische Physik.
 7. Für allgemeine analytische Chemie und Probirkunde.
 8. Für organische Chemie und für industrielle Chemie
2. Curs.
9. Für industrielle Chemie 1. und 3. Curs.
 10. Für Mechanik und Maschinenlehre.
 11. Für Maschinenbau.
 12. Für Berg- und Hütten-Maschinenkunde.
 13. Für mechanische Technologie.
 14. Für practische Geometrie, Terrainlehre und Traciren.
 15. Für sphärische Astronomie und höhere Geodäsie.
 16. Für Hochbau 1., 2., 3. Curs.
 17. Für Hochbau 4. Curs und Geschichte der Baukunst.
 18. Für Strassen- und Wasserbau 1., 2. und 3. Curs.
 19. Für Baumechanik und Brückenbau.
 20. Für Eisenbahnbau 1. und 2. Curs.
 21. Für Bergbaukunde.
 22. Für Hüttenkunde.
 23. Für Landwirthschaftslehre.

§. 52.

Die ordentlichen Professoren des polytechnischen Institutes haben den Rang der Universitäts-Professoren; die Bezüge derselben werden von Fall zu Fall mit dem hohen Ministerium vereinbart.

§. 53.

Der Unterricht über:

1. Bauordnung und Baugesetze,
2. Technologie der Baugewerbe,
3. Baurecht,
4. Eisenbahnverkehr und Statistik,
5. Ueber ältere und neuere Bauwerke aus dem Strassen-, Wasser- und Eisenbahnbau,
6. Waarenkunde,
7. Technische Mikroskopie,
8. Physik der Krystalle,
9. Buchhaltung und Correspondenz,
10. National-Oekonomie und Statistik,

11. Culturgeschichte,
12. deutsche Literatur,
13. Freihandzeichnen,

wird entweder von Professoren des Institutes, oder von anderen Fachmännern gegen Remuneration besorgt, wenn nicht die Ernennung eines ausserordentlichen Professors zweckdienlicher erscheint.

Für das

- a) Landschaftszeichnen,
- b) Modelliren; dann die
- c) englische,
- d) französische,
- e) italienische Sprache, sowie die
- f) Stenographie,

werden Lehrer mit Gehalt oder Remuneration bestellt.

Die Remunerationen, sowie die Gehalte der ausserordentlichen Professoren und Lehrer werden von Fall zu Fall bestimmt.

§. 54 (§. 78 unverändert).

Die Lehrenden haben die Verpflichtung, den ihnen obliegenden Unterricht dem Programme gemäss in den festgesetzten Stunden zu erteilen. Jede Verhinderung ist dem Rector anzuzeigen. (§. 60.)

§. 55.

Zu den Verpflichtungen der Lehrenden gehört es auch,

1. sich fortwährend sowohl von dem Besuche als von der Verwendung ihrer Zuhörer durch die geeigneten Mittel Kenntniss zu verschaffen und nach Maassgabe derselben die im §. 27 vorgesehene Beurtheilung auszusprechen;
2. die Annualprüfungen vorzunehmen (§. 28);
3. bei den Abgangsprüfungen als Mitglieder der Prüfungs-Commission thätig zu sein (§. 30), und
4. die gehaltenen Vorträge auf Grund revidirter Manuscripte der Schüler nach Ablauf jedes Semesters autographiren zu lassen, um sie den Schülern in vollständiger und correcter Form zugänglich zu machen, sowie dem Rector, respective dem Professoren-Collegium vorzulegen.

§. 56 (§. 80 unverändert).

Die Excursionen bilden einen Theil des Unterrichtes. Der betreffende Professor legt durch das Fachschul-Collegium (§. 48, Z. 4) hierüber, sowie über die Zahl und Dauer derselben seine Anträge dem Professoren-Collegium zur Genehmigung vor.

Die excurrirenden Professoren haben unter einander das nöthige Einvernehmen zu pflegen.

Excursionen, welche mit Unterrichtsstunden collidiren, können nur ausnahmsweise bewilligt werden.

Den Professoren gebühren für Excursionen ausser den Linien Wiens Diäten und Wagengelder. Zur Vergütung der sonst auflaufenden Kosten und Entschädigung des betreffenden Assistenten, falls er an der Excursion Theil zu nehmen hat, werden Pauschalbeträge ausgeworfen.

§. 57.

Dem Lehrfache der Chemie, jenem für Maschinenbau und nach Bedürfniss auch anderen Fächern wird je ein Adjunct zugewiesen.

Die Adjuncten werden beeidigt, stehen in der neunten Diätenklasse und geniessen einen Gehalt von 1000 fl. mit einem Quartiergeld von 150 fl.

§. 58.

Für jede der im §. 51 aufgezählten Lehrkanzeln wird mit Ausnahme jener unter 1, 2, 4, 9, 12, 15, 19, 21 und 23 angeführten je ein Assistent bestellt.

Die Assistenten werden auf Antrag des Professors auf zwei Jahre angestellt und können bei entsprechender Verwendung eine Verlängerung auf weitere zwei Jahre, in besonderen Fällen auch auf das fünfte und sechste Jahr erhalten.

Die Assistenten sind in Betreff der Militärpflicht den wirklichen Staatsbeamten gleichgestellt. Bei tadelloser Verwendung werden ihnen im Falle des unmittelbaren Uebertretes in den Staatsdienst die in der Eigenschaft als Assistenten zugebrachten Jahre in die Dienstzeit eingerechnet.

Sie beziehen 500 fl. Gehalt und ein Quartiergeld von 100 fl.

§. 59.

Die Bewerber um Adjuncten- und Assistentenstellen müssen sich mit dem Diplome der einschlägigen Staatsprüfung oder eines einschlägigen Doctorates oder mit dem Zeugnisse der mit Vorzug bestandenen Abgangsprüfung ausweisen.

Die Adjuncten und Assistenten haben zum Behufe der Förderung des Unterrichtes den Professor in seinem Wirken zu unterstützen und allen seinen hierauf bezüglichen Anordnungen nachzukommen.

§. 60 (§. 84 unverändert).

Rücksichtlich der Privatdocenten gelten die Bestimmungen der hohen Unterrichts-Ministerial-Erlässe vom 19. December 1848 (Ergänzungsband zum R. G. Bl. Z. 37) und vom 13. Juli 1850 (R. G. Bl. Z. 335).

VI. Lehrmittel-Sammlungen, Laboratorien und Bibliothek.

§. 61 (§. 85 unverändert).

Am k. k. polytechnischen Institute bestehen folgende Lehrmittel-Sammlungen und Laboratorien:

1. Lehrmittel-Sammlung für darstellende Geometrie mit einer Jahresdotation*) von . . . 250 fl.
2. Chemisches Laboratorium mit einer Präparaten-Sammlung und den nöthigen Apparaten und Instrumenten . . . 1250 "
3. Laboratorium der chemischen Technologie . . . 900 "
4. Physikalisches Kabinet . . . 1000 "
5. Zoologisch-botanische Sammlung . . . 350 "
6. Mineralogisch-geologische Sammlung . . . 450 "
7. Sammlung für Waarenkunde . . . 100 "
8. " " Maschinenlehre . . . 800 "
9. " " Maschinenbau . . . 1000 "
10. " " allgemeine Maschinenbau- und Berg- und Hüttenmaschinenkunde mit einer Jahresdotation von . . . 500 "

*) Die Jahresdotationen, wie sie in dem Organisations-Entwurf des Professoren-Collegiums angesetzt sind, erscheinen im Ganzen zu niedrig gegriffen.

11.	Sammlung für mechanische Technologie . .	1200 fl.
12.	" " practische Geometrie . . .	300 "
	und für die grösseren practischen Vermessungen ein Pauschalbetrag von	200 "
13.	Sammlung für höhere Geodäsie und das dazu gehörige Observatorium	300 "
14.	Sammlung für den Hochbau	500 "
15.	" " " Strassen- und Wasserbau	500 "
16.	" " die Bergbaukunde	400 "
17.	" " " Hüttenkunde	400 "
18.	" " " Landwirthschaftslehre	400 "
19.	" " " Ornamentik s. Zeichnen	200 "
20.	" " das Landschaftszeichnen	100 "
21.	" " " Modelliren	150 "

§. 62 (§. 86 unverändert).

Die in dem vorhergehenden Paragraphe angeführten Sammlungen und Laboratorien stehen unter der Leitung und Verwaltung der betreffenden Professoren als Vorstände derselben.

Jeder Vorstand ist dafür verantwortlich, dass die ihm anvertraute Lehrmittelsammlung mit Rücksicht auf die ausgeworfene Dotation stets in einem ihrer Aufgabe entsprechenden Zustande erhalten werde.

Die Vorstände haben:

1. genaue Inventarien über die Gegenstände der Sammlungen zu führen;
2. sich bei Anschaffungen innerhalb der Grenzen der Dotation zu halten;
3. Die Verwendung der letzteren alljährlich auszuweisen;
4. zur Vermeidung der Anschaffung von unnöthigen Dubletten das gegenseitige Einvernehmen zu pflegen.

§. 63 (§. 87 unverändert).

Das den Lehrkanzeln beigegebene Personale wird auch für die Arbeiten in den betreffenden Sammlungen verwendet.

Ausserdem sind der Lehrmittel-Sammlung für mechanische Technologie ein Adjunct, ein Kanzelist und ein Aufseher, dann dem Laboratorium für Chemie ein Präparator, und für chemische Technologie ein Laborant zugewiesen.

§. 64 (§. 88 unverändert).

Die Bibliothek des k. k. polytechnischen Institutes hat eine Jahresdotation von 5000 fl.

Das Personale derselben besteht aus einem Bibliothekar, einem Custos und einem Scriptor nebst der erforderlichen Dienerschaft.

Der Bibliothekar steht zu dem Institute in dem Verhältnisse des Vorstandes einer Lehrmittelsammlung.

Ueber die zu machenden Anschaffungen entscheidet zunächst im Einvernehmen mit dem Bibliothekar ein aus der Mitte der Professoren mit Rücksicht auf die Fachschulen des Institutes zu bestellender Bibliotheksausschuss, und im Falle abweichender Meinungen das Professoren-Collegium.

Im Uebrigen werden die bestehenden Vorschriften (wie z. B. die Bibliotheksordnung, das Ausleihgesetz) aufrecht erhalten.

Die Bezüge des Bibliothekspersonales sind in der Beilage C angegeben.

VII. Kanzlei- und Hauspersonale.

§. 65 (§. 89 unverändert).

Das Kanzleipersonale besteht aus einem Secretär, einem Cassier und Rechnungsführer, einem Controlor, einem Protocollisten und zwei Kanzelisten.

Der Secretär steht in der 7. Diätenklasse und im Range nach den Professoren. Rücksichtlich des übrigen Personals bleiben die bestehenden Bestimmungen aufrecht.

Die Obliegenheiten des Kanzlei-Personals werden durch eine besondere Instruction geregelt.

Die Bezüge desselben sind in der Beilage C aufgeführt.

§. 66 (§. 90 unverändert).

Das Hauspersonale besteht aus:

1 Hausinspector.

1 Kanzleidiener.

1 Portier.

1 Bibliotheksdienner.

10 Saaldienner für solche Lehrkanzeln, mit welchen Lehrmittelsammlungen verbunden sind.

9 Hausknechten und, nach zeitweiligem Erforderniss, den nöthigen Aushelfern zur Dienstleistung bei der Bibliothek, den übrigen Lehrkanzeln und zur Verrichtung der Hausarbeiten.

Besondere Instructionen regeln die Obliegenheiten des Hauspersonals

Der Hausinspector, der Kanzleidiener, der Portier, 2 Saaldienner für die Laboratorien und 2 Hausknechte wohnen im Institutsgebäude.

Im Uebrigen sind die Bezüge des Hauspersonals in der Beilage C aufgeführt.

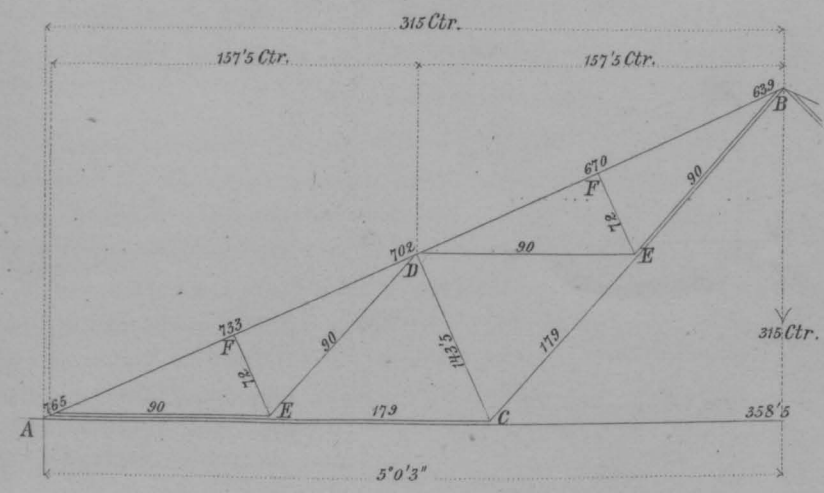
Wien am 4. Juni 1864

Lehrpläne.

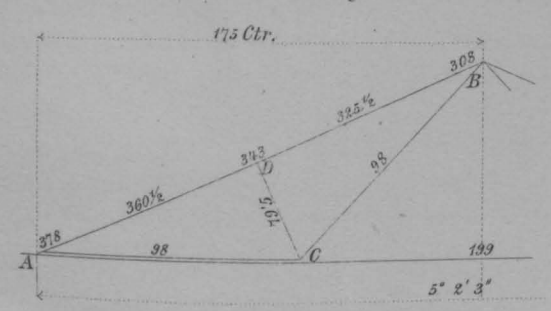
Semester	Hochbau	Vorlesungen	Zeichenstunden	Strassen-, Wasser- u. Eisenbahnbau	Vorlesungen	Zeichenstunden	Maschinenbau	Vorlesungen	Zeichnstd.	Berg- u. Hüttenwesen	Vorlesungen	Zeichenstunden	Industrielle Chemie	Vorlesungen	Zeichenstunden
I.	Mathematik Darstell. Geometrie Allgemeine Physik Mechanische Technologie Freihandzeichnen	4 2 3 3 —	— 8 — — 6	(Siehe Hochbau)			(Siehe Hochbau)			(Siehe Hochbau)			(Siehe Hochbau)		
II.	Mathematik Darstell. Geometrie Allgemeine Chemie Freihandzeichnen	5 2 3 —	— 6 — 10	dto.			dto.			dto.			dto.		
III.	Mathematik Mechanik Practische Geometrie Hochbau 1. Kurs Industrielle Chemie	2 4 2 2 2	— — 8 6 —	dto.			dto.			dto.			Mineralogie Mechanik Analytische Chemie	2 4 2	1 — Uebung. im Laboratorium
IV.	Technische Physik Practische Geometrie Maschinenlehre Maschinenbau 1. Curs Hochbau 2. Curs	2 2 3 2 2	— — 8 — 4	dto.			dto.			dto.			Geologie Botanik Technische Physik Organische Chemie	2 2 2 4	pract. Uebung. 1 — Uebung. im Laboratorium
V.	Geschichte der Baukunst Hochbau 3. Curs Technologie d. Baugewerbe Ueber Bauord. u. Baugesetze Buchhalt. u. Correspondenz	2 5 1 1 1	— 20 — — —	Geschichte der Baukunst Mineralogie Baumechanik Wasser- u. Strassenb. 1. Curs	2 2 3 3	— 1 — 15	Maschinenbau 2. Kurs Baumechanik Wasser- u. Strassenb. 1. Curs Buchhalt. u. Correspondenz	4 3 3 1	12 — 6 —	Mineralogie Bergbau 1. Kurs Wasser- u. Strassenb. 1. Curs Bergrecht Buchhalt. u. Correspondenz	2 4 3 2 1	1 — 6 — —	Industrielle Chemie Waarenkunde Buchhalt. u. Correspondenz	4 1 1	Uebung. im Laboratorium — —
VI.	Practische Verwendung beim Bau	—	—	Geologie Technische Physik Terarinlehre u. Traciren Wasser- u. Strassenb. 2. Curs	2 2 2 4	pract. Uebung. — pract. Uebung. 15	Maschinenbau 3. Curs Mechanische Technologie Technische Physik Industrielle Chemie	4 3 2 3	20 — — —	Geologie Bergbau 2. Curs Ueber Erzlagertstätten und Sedimentformationen Berg- u. Hüttenmaschinenkunde 1. Curs	2 5 1 2	pr. Uebg. 4 — 10	Industrielle Chemie Mechanische Technologie Technische Physik	3 1 2	Uebung. im Laboratorium
VII.	Wasser- u. Strassenb. 1. Curs Hochbau 4. Curs Baumechanik	3 4 3	6 14 —	Wasser- u. Strassenb. 3. Curs Eisenbahnbetrieb u. Statistik Eisenbahnbau 1. Curs Ueber Bauordnung und Baugesetze Buchhalt. u. Correspondenz	3 2 3 1 1	8 — 8 — —				Analytische Chemie u. Probirkunde Hüttenkunde 1. Curs Berg- u. Hüttenmaschinenkunde 2. Curs	2 5 3	Uebung. im Laboratorium — 6			
VIII.	Practische Verwendung beim Bau	—	—	Eisenbahnbau 2. Curs Brückenbau Ueber ältere und neuere Bauwerke im Strassen-, Wasser- u. Eisenbahnbau	3 3 2	20 — —	(Nach dieser Fachschule ist zur weiteren Ausbildung die Frequentation der beiden letzten Semester der Fachschule für Strassen- Wasser u. Eisenbahnbau, oder der Fachschule für Berg- u. Hüttenwesen zu empfehlen; in beiden Fällen sind die Vorlesungen über Mineralogie und Geologie einzuschalten.)			Hüttenkunde 2. Curs Berg- u. Hüttenmaschinenkunde 3. Curs Maassanalytische Proben	5 2 —	— 6 15			
	(Jene Schüler, welche sich als Bauingenieure bilden wollen, hören den 1. Curs vom Wasser- und Strassenbau im 5. Semester u. den 3. Curs im 3. Semester, u. im 6. u. 8. Semest. die Gegenstände aus d. Strassen-, Wasser- u. Eisenbahnbau.)									(Schüler, welche sich nur dem Bergbau widmen wollen, können mit dem 6. Semester absolviren.)			(Aus dieser Fachschule ist der Uebertritt in den 7. Semester der Fachschule für Berg- und Hüttenwesen möglich.)		

PROJECT EINES EISENEN DACHSTUHLES.
Für die Wiener Markthallen entworfen,
vom Ing. J. Langer.

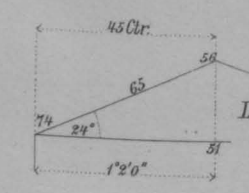
Gespärre der Hallen.



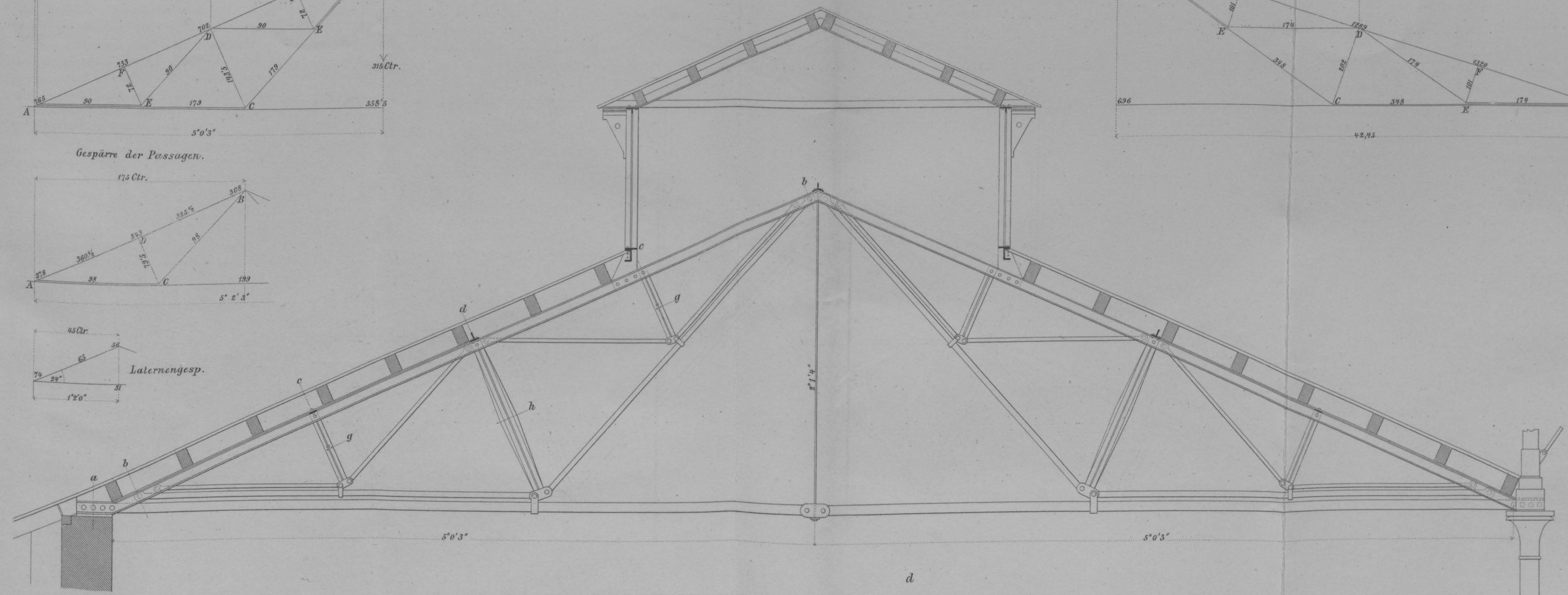
Gespärre der Passagen.



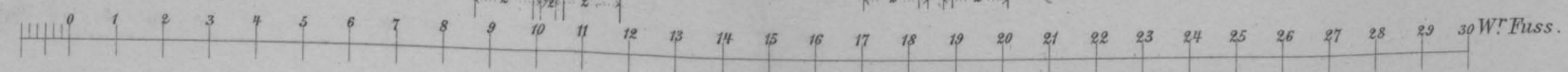
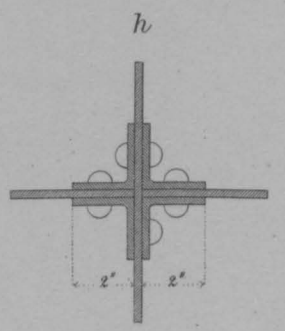
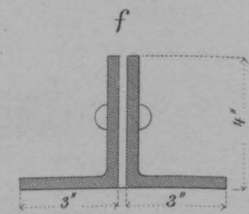
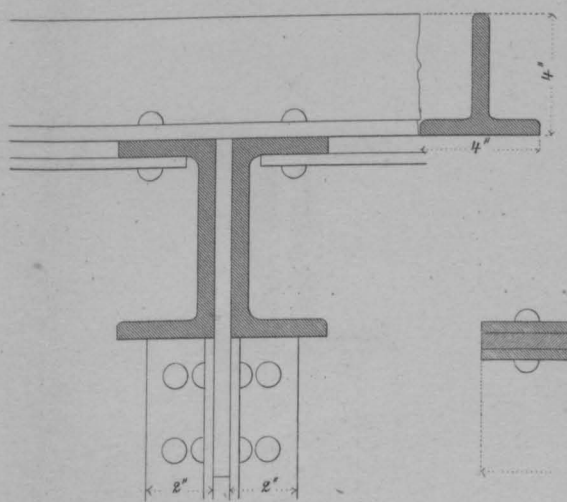
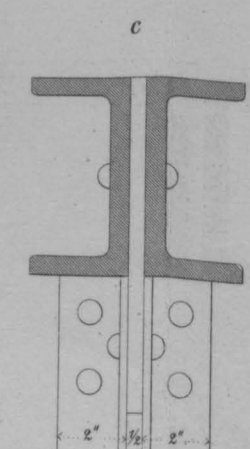
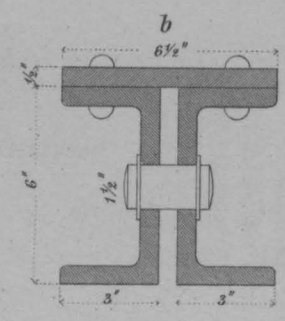
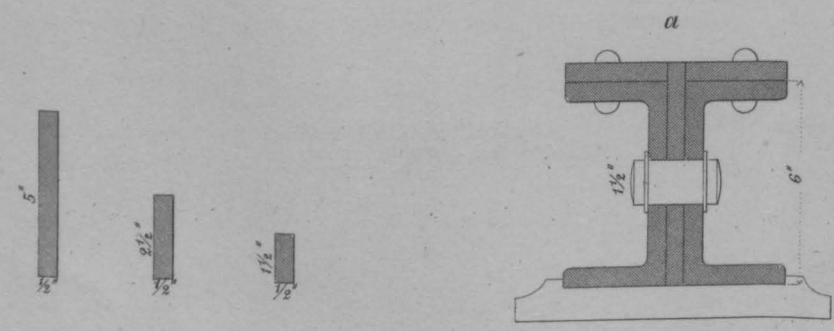
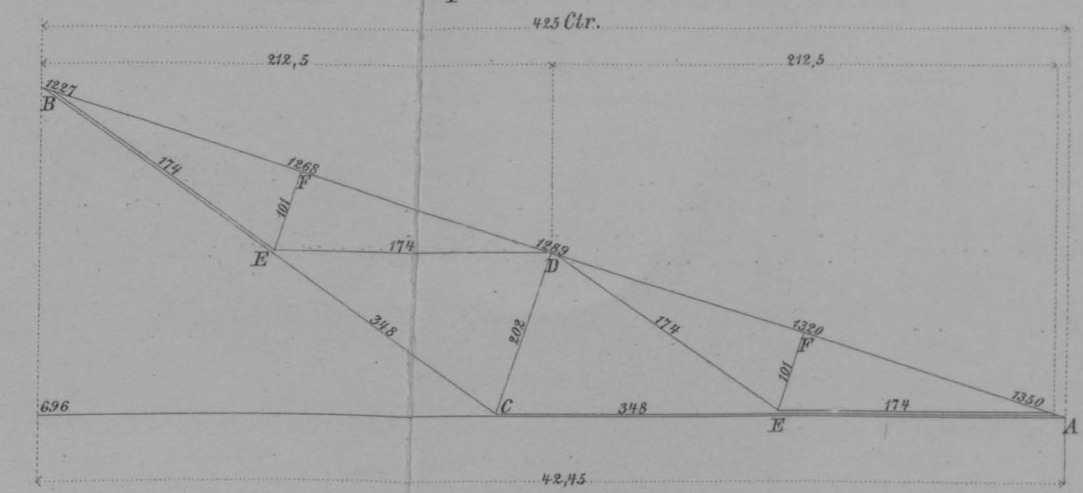
Laternengesp.



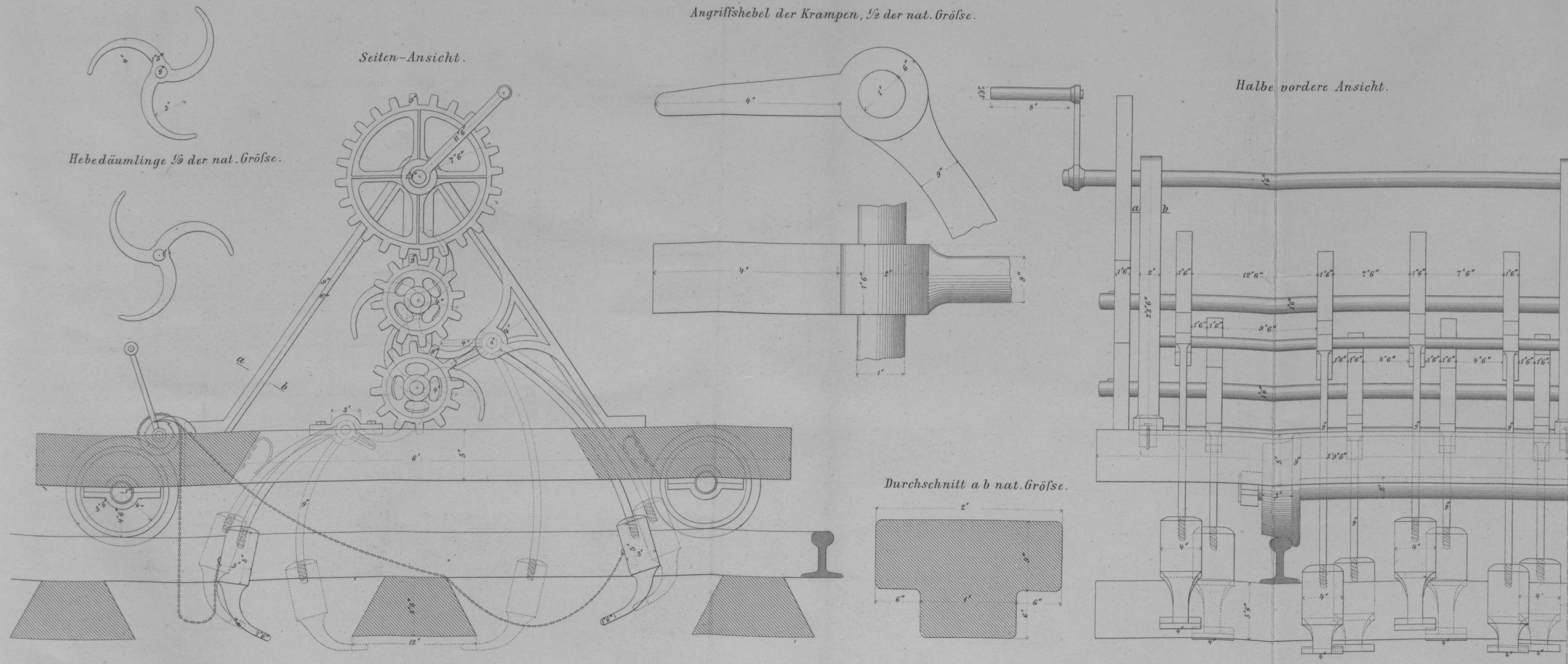
Gespärre der Hallen.



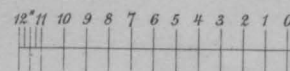
Gespärre der Pavillons.



EGALISIRUNGS-MASCHINE FÜR EISENBAHNEN-OBERBAU.



Maßstab 1/3 der nat. Grösse.

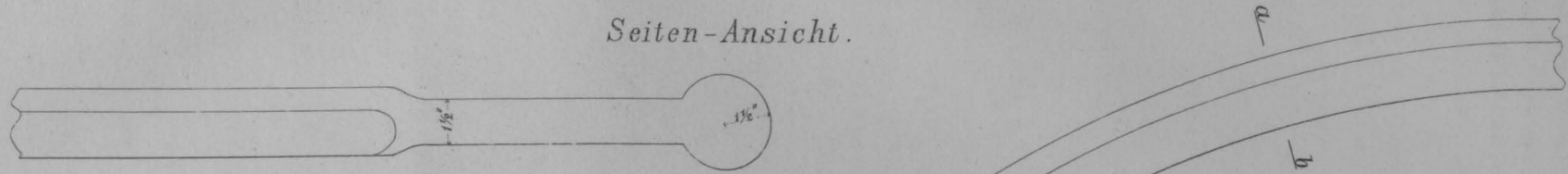


1

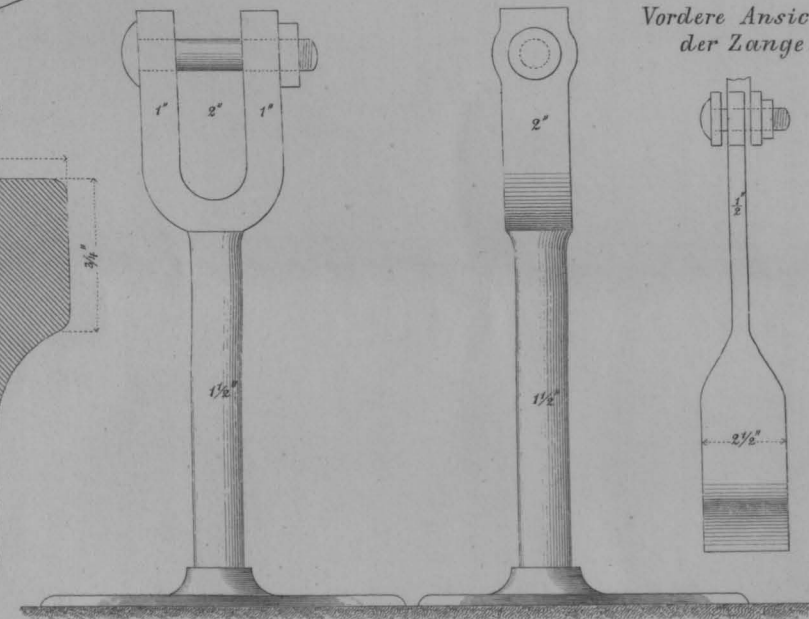
2

3 Wiener Fuss.

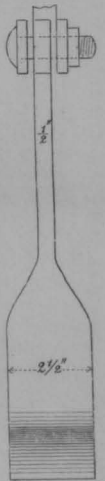
Seiten-Ansicht.



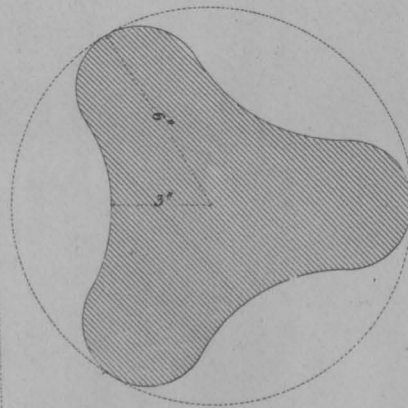
Vordere u. Seitenansicht des Trägers.



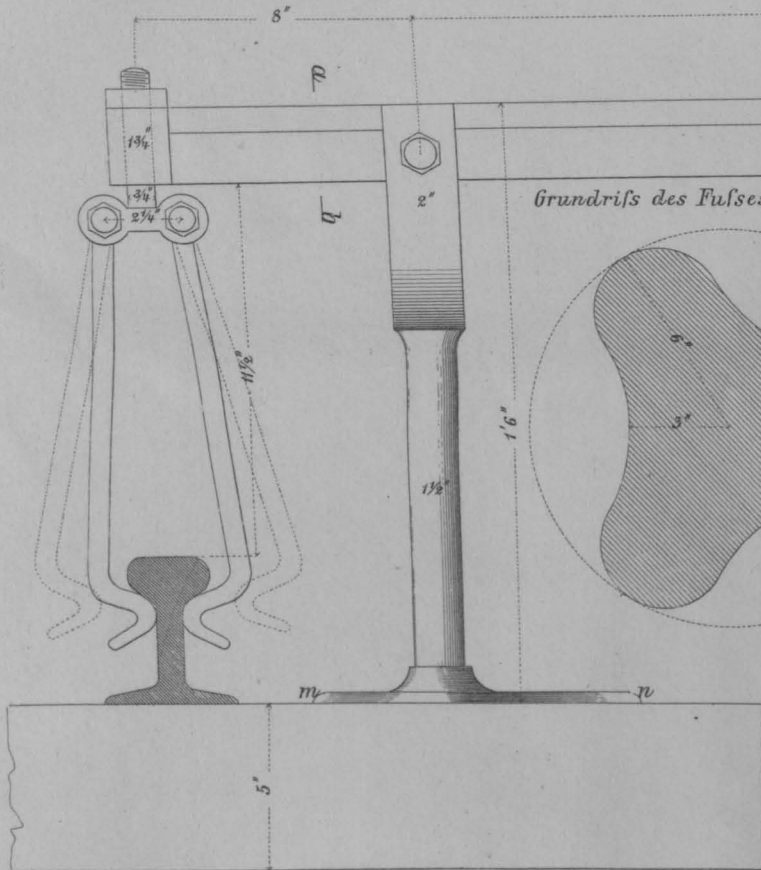
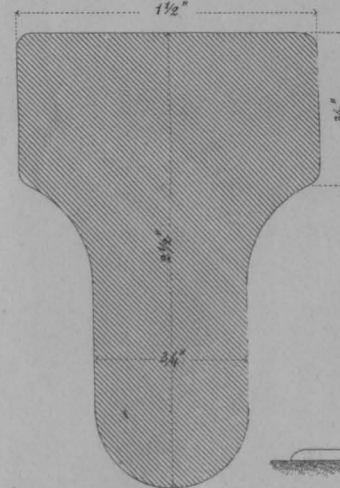
Vordere Ansicht
der Zange.



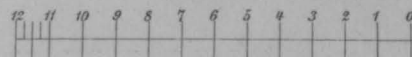
Grundriss des Fußes mn vom Träger.



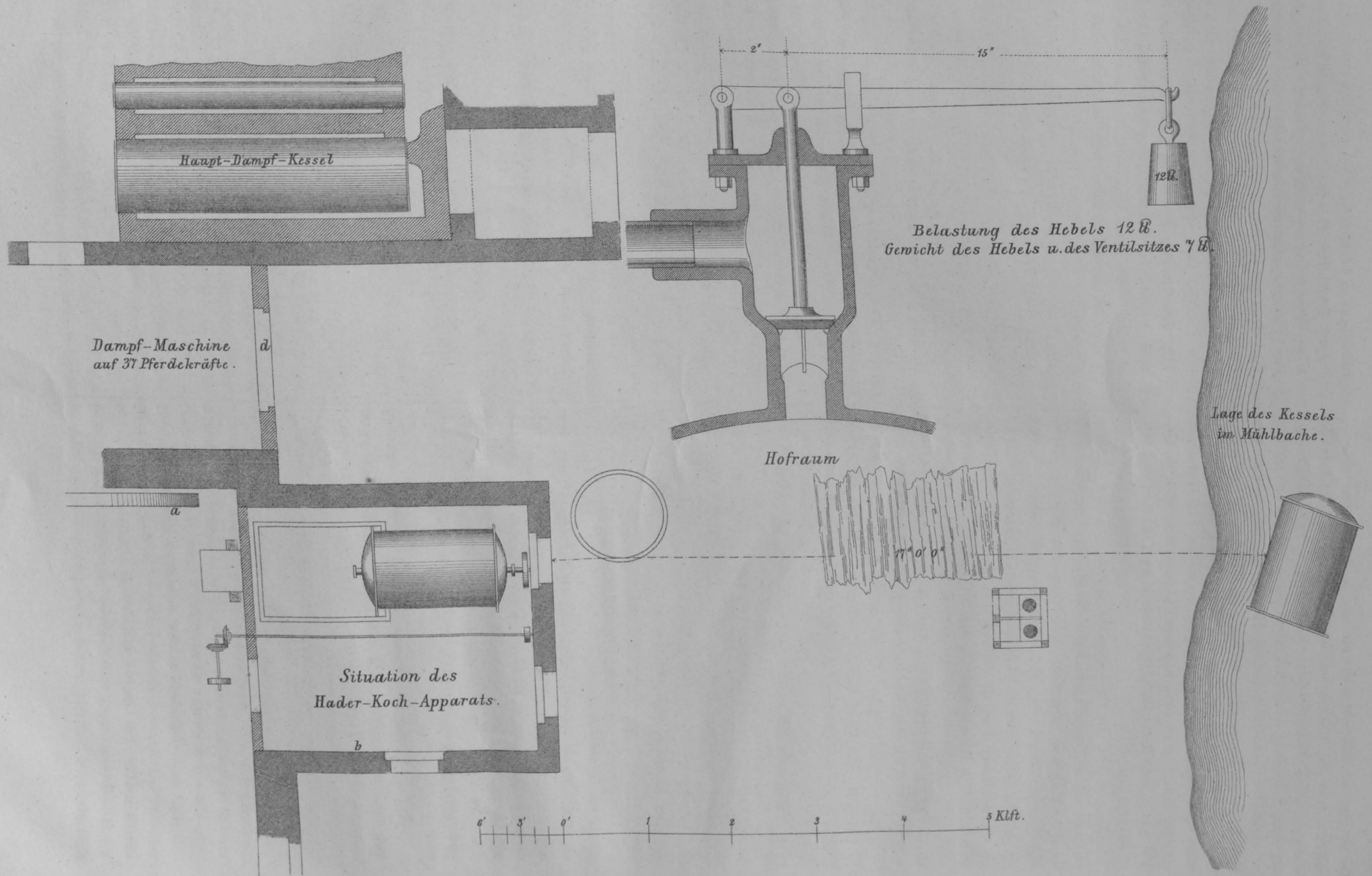
Querschnitt a b
(nat. GröÙe.)



Masstab 1/6 der nat. GröÙe.



2 W! Fuss.



Schutzstreifen [zur Verhütung v. Fingerquetschungen]
an d. Thürrahmen der Personen Wagen. —

($\frac{1}{10}$ nat. Gröfse.)

